This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Chem7001.2.4 Ba. Jul. 1896

Harvard College Library

FROM THE FUND OF

CHARLES MINOT

(Class of 1828).

Received 16 Oct. 1895

SCIENCE CENTER LIBRARY

94,753

HARVARD COLLEGE LIBRARY

Handbuch der chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet
und herausgegeben
von
Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt
von
Dr. C. Engler,
Geh. Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Zweiter Theil:

Die Fabrikation der Mineralöle

und des

Paraffins aus Schwelkohle, Schiefer etc.

sowie die

Herstellung der Kerzen und des Oelgases.

Von Dr. W. Scheithauer.

Mit 192 eingedruckten Abbildungen und vier Tafeln.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1895.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit der Herren Herausgeber, der Herren Mitarbeiter und der Verlagshandlung lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden.

Friedrich Vieweg und Sohn.

Holzſtiche
aus dem xylographiſchen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunſchweig.

Papier
aus der mechaniſchen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhauſen
bei Braunſchweig.

Handbuch

der

chemischen Technologie.

In Verbindung

mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet

und herausgegeben

von

Dr. P. A. Bolley und Dr. K. Birnbaum.

Nach dem Tode der Herausgeber fortgesetzt

von

Dr. C. Engler,

Geh. Hofrath und Professor der Chemie an der technischen Hochschule in Karlsruhe.

Acht Bände, die meisten in mehrere Gruppen zerfallend.

Ersten Bandes zweite Gruppe, zweite Abtheilung:

Die Industrie der Mineralöle.

Zweiter Theil:

Die Fabrikation der Mineralöle

und des

Paraffins aus Schweelkohle, Schiefer etc.

sowie die

Herstellung der Kerzen und des Oelgases.

Von Dr. W. Scheithauer.

Mit 192 eingedruckten Abbildungen und vier Tafeln.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1895.

Die

Fabrikation der Mineralöle

und des

Paraffins aus Schweelkohle, Schiefer etc.

sowie die

Herstellung der Kerzen und des Oelgases.

Von

Dr. W. Scheithauer.

Mit 192 in den Text eingedruckten Abbildungen
und vier Tafeln.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1895.

~~34.154~~
Chem 7001.2.4
731-30

1895, Oct 1
Minot fund

Alle Rechte vorbehalten.

Vorwort.

Habent sua fata libelli, gilt auch von dieser Schrift. Seit langen Jahren lag es in der Absicht des Herausgebers von Bolley's technischem Handbuche, Herrn Prof. Dr. C. Engler in Karlsruhe, die Fabrikation der Mineralöle und des Paraffins aus Schweelkohle u. s. w. zu schildern, mit dieser Industrie war er während seiner akademischen Lehrthätigkeit in Halle a. S. in nähere Beziehungen getreten. Seit mehr als fünfzehn Jahren hat Herr Prof. Engler Material zu diesem Buche gesammelt, das selbst zu verfassen er sich schließlich wegen anderer Arbeiten versagen mußte. Mit diesem Material und mit Rath und That hat er mich bei meiner Arbeit unterstützt und das erste Kapitel, die Geschichte der Industrie, selbst geschrieben. Ich spreche dem verehrten Herrn dafür herzlichen Dank aus und gedenke an dieser Stelle auch in Dankbarkeit eines verstorbenen Mitarbeiters — der zur Schilderung der schottischen Industrie beigetragen hat — des weiland Prof. Dittmar in Glasgow. Den Firmen der sächsisch-thüringischen Mineralöl-Industrie und vielen werthen Fachgenossen habe ich an dieser Stelle zu danken für ihre Förderung und Mitwirkung bei meiner Arbeit, ich nenne besonders die Herren Fabrikdirectoren Grotowsky in Köpsen, Dr. Schliephacke in Waldau und Oberkonz in Aue, sowie Herrn Dr. H. Becker in Frankfurt a. M., ferner danke ich den Firmen Jul. Pintsch in Berlin, H. Hirzel in Leipzig, Reinhold Wünschmann in Leipzig u. A. m. für freundliche Ueberlassung von Zeichnungen und sonstigen Angaben. Besonderen Dank statte ich auch noch Herrn Director Dr. Krey in Granschütz ab, dessen Rath und Unterstützung meine Arbeit wesentlich gefördert haben.

Die chemische Aufbereitung der sächsisch-thüringischen Braunkohle ist in meiner Schrift ausführlich geschildert worden, in der Beschreibung der

auf den schottischen und deutschen Schiefer begründeten Industrien wird der Fachmann manche Lücken finden, das Material floß hier spärlicher als in der zuerst genannten Industrie, in der ich selbst stehe. Berichtigungen und Ergänzungen besonders auf dem Gebiete der Schiefer-Industrie — im Interesse einer etwaigen späteren Bearbeitung — entgegen zu nehmen, wird mich freuen und zu Danke verpflichten.

Granschütz, im Juni 1895.
(Fabrik Webau.)

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Vorwort . . . . . V u. VI

Erstes Capitel: Zur geschichtlichen Entwickelung der Fabrikation von Mineralölen und Paraffin aus Braunkohle, Torf, Bogheadkohle und anderen bituminösen Substanzen 1

Entdeckung des Paraffins 1
Trockene Destillation von bituminösem Schiefer in Frankreich . . . 3
Trockene Destillation von Bogheadkohle in Amerika 5
Trockene Destillation von Torf 5
Trockene Destillation von Bogheadkohle in Schottland 7
Fabrikation von Schweeltheer in Deutschland 8

Zweites Capitel: Die bituminösen Rohstoffe. 13

I. Die Schweelkohle 13
Vorkommen 13
Entstehung 14
Abbau 15
Eigenschaften 17
Zusammensetzung 18
Entwerthung durch Luft und Licht 20
Ergebniß der Destillation 20
Feuerkohle, Zusammensetzung 21
Verwendung 22
Ergebniß der Destillation verschiedener bituminöser Braunkohlen . 23

II. Der bituminöse Schiefer 22
Entstehung 22
Vorkommen und Zusammensetzung 24
Ergebnisse der Destillation verschiedener bituminöser Schiefer . . . 25
Schiefer in Schottland 26
Schiefer in Frankreich 27
Schiefer bei Messel 27

III. Der Torf 28
Entstehung 28
Zusammensetzung 29

IV. Der bituminöse Asphalt 30
Entstehung und Zusammensetzung 30

Die Prüfung des bituminösen Rohstoffes 31

Seite

Drittes Capitel: Die Schweelapparate und der Schweelereibetrieb 34
Schweelverfahren 34
Wagerecht liegende Schweelretorten 35
Rotirende Schweelretorten 41
Stehende Schweelapparate 44
Stehender Schweelofen der sächsisch-thüringischen Industrie 47
Beheizung des Schweelofens 62
Einrichtung des Schweelhauses 63
Condensation 64
Schweelanlage 65
Ablöschen des Koks 67
Reinigung des Schweelcylinders 68
Betrieb und Betriebsergebniß des Schweelofens 69
Ramdohr'sches Schweelverfahren 70
Schweelöfen der Schieferindustrie 71
Schweelöfen in Württemberg 71
Schweelöfen der schottischen Industrie 73
Schweelöfen der französischen Industrie 78
Schweelöfen der Messeler Industrie 80
Schweelöfen der Torfindustrie 81

Viertes Capitel: Die Producte der trockenen Destillation 85
Theer 85
der sächsisch-thüringischen Industrie 85
der schottischen Industrie 87
der Messeler Industrie 87
Torftheer 87
Schweelgas 89
der sächsisch-thüringischen Industrie 89
der schottischen Industrie 91
der Messeler Industrie 92
Schweelgas vom Torf 92
Schweelwasser 92
der sächsisch-thüringischen Industrie 92
der schottischen Industrie 93
der Messeler Industrie 93
der Torfindustrie 93
Koks 94
Grudekoks der sächsisch-thüringischen Industrie 94
Schweelrückstand der Schieferindustrien und des Torfes 97

Fünftes Capitel: Die Destillation 99
Destillation in der sächsisch-thüringischen Industrie 99
A. Theerdestillation 99
Apparat 99
Betrieb 104
Vacuumdestillation 105
Dampfdestillation 109
Blasenmaterial 110
Destillationsproducte 111
B. Oeldestillation 113
Destillation in der schottischen Industrie 118
Destillation in der Messeler Industrie 127
Destillation in der Torfindustrie 128
Druckdestillation 129

Seite
Sechstes Capitel: I. Der Mischproceß 131
Chemische Behandlung in der sächsisch-thüringischen Industrie 131
Apparate 131
Chemikalien und ihre Einwirkung 138
Chemische Behandlung des Theeres 140
Chemische Behandlung der Theerproducte 141
Behandlung der Oele vor dem Versandt 142
Bleiverbrauch 143
Der Mischproceß in der schottischen Industrie 143
Behandlung der Oele vor dem Versandt 145
Der Mischproceß in der Messeler Industrie 145
II. Die Verarbeitung der durch die chemische Behandlung dem Braunkohlentheere und seinen Destillaten entzogenen Producte 146
Fabrikation der Pyridinbasen 146
Verwendung der Säureharze und des Kreosotnatrons 147
III. Die Verwerthung und Regeneration der benutzten Chemikalien 148
Schwefelsäure 148
Aetznatron 151
Siebentes Capitel: Die Paraffinfabrikation 155
Paraffinfabrikation in der sächsisch-thüringischen Industrie 155
Krystallisation 156
Pressereiarbeit 158
Pressereianlage 167
Abblasen des Paraffins 169
Entfärben des Paraffins 170
Extraction des gebrauchten Entfärbungspulvers 173
Paraffinfabrikation in der schottischen Industrie 176
Krystallisation 176
Pressereiarbeit und Reinigung des Paraffins 178
Paraffinfabrikation in der Messeler Industrie 181
Achtes Capitel: Die Verkaufsproducte 182
Verkaufsproducte der sächsisch-thüringischen Industrie . . . 182
I. Die Oele 182
Eigenschaften und Verwendung der Oele 184
Allgemeine Eigenschaften der Oele 189
II. Kreosotnatron und Kreosot 190
III. Asphalt und Goudron 191
IV. Stickstoffbasen 192
V. Paraffin 192
Eigenschaften 192
Verwendung 195
Verkaufsproducte der schottischen Industrie 196
Verkaufsproducte der Messeler Industrie 197
Eigenschaften der Schweeltheerproducte in sanitärer Beziehung 197
Neuntes Capitel: Die Laboratoriumsarbeit 199
I. Untersuchungsmethoden des Mineralöls 199
Specifisches Gewicht 199
Siedeanalyse 200
Bestimmung des Kreosots 200
Viscosität 201

Seite
Entflammungspunkt 203
Schmierfähigkeit 203
Farbe 203
Leuchtwerth 204
Kältebeständigkeit 204
Schwefelbestimmung 204
Paraffinbestimmung 205
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe 206
II. Untersuchung des Paraffins 206
A. Paraffinschuppen 206
Probenahme und Aufbewahrung der Probe 206
Oelbestimmung 207
Wasserbestimmung 207
Bestimmung des Schmutzes 208
B. Fertiges Paraffin 208
III. Untersuchung der Hülfsmittel 210
Zehntes Capitel: I. Die Ausbeute der Schweeltheere an technisch verwerthbaren Producten 211
Theer der bituminösen Kohle aus Australien 211
Theer des bituminösen Schiefers aus Australien 212
Die im Großbetriebe verarbeiteten Theere 213
Torftheer 213
Theer aus dem bituminösen Schiefer 213
Braunkohlentheer 214
II. Die Beschaffenheit des Braunkohlentheeres und seiner Destillate in chemischer Beziehung 214
Untersuchung des Theeres 216
Gesättigte Kohlenwasserstoffe 217
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe 218
Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe 219
Naphtalin 219
Chrysen und Picen 219
Sauerstoffhaltige Körper 220
Stickstoffhaltige Körper 222
Schwefelhaltige Körper 223
Elftes Capitel: Die Kerzenfabrik 226
I. Geschichte 226
II. Rohstoffe 228
Kerzenmaterial 228
Docht 230
Farben 232
III. Form der Kerze 235
IV. Betrieb 241
Vorbereitung des Kerzenmaterials 241
Kerzenguß 243
Stutzen, Poliren und Zeichnen der Kerzen 260
Regeneration der Abfälle 265
V. Kerzenpackerei 267
VI. Vergleich der verschiedenen Kerzensorten 272
VII. Analytische Untersuchung des Kerzenmaterials und der Kerze 278
VIII. Leuchter 279
IX. Wirthschaftliche Bedeutung der Kerzenfabrik 280

Seite

Zwölftes Capitel: Das Oelgas 282
I. Geschichte 282
II. Material für die Oelgasbereitung und seine Untersuchung 283
III. Proceß der Oelgasbereitung und Bestandtheile des Oelgases 293
Peebles-Oelgasproceß 298
Zusammensetzung und Eigenschaften des Oelgases 300
IV. Reinigung des Oelgases 304
V. Anwendung des Oelgases 304
VI. Photometrie 316
VII. Oelgastheer 316
VIII. Retortenöfen 318
IX. Hülfsapparate 333
X. Betrieb 336
Betriebsvorschriften von der Firma Julius Pintsch 340
XI. Apparate des Peebles-Oelgasprocesses 345

Dreizehntes Capitel: Die Statistik der sächs.-thüring. Industrie . 349

Wirthschaftliche Entwickelung dieser Industrie bis 1862 349
„ „ „ „ von 1862 bis 1873 . . . 350
„ „ „ „ „ 1873 „ 1883 . . . 351
„ „ „ „ „ 1883 „ 1893 . . . 353

Tabellen: 356
I. Grundcapital und Dividende der Actien-Gesellschaften 356
II. Gesammte Kohlenförderung 359
III. Theerproduction 360
IV. Verkauf von Grudekoks 361
V. Theeraufarbeitung 362
VI. Paraffinproduction 364
VII. Kerzenproduction 366
VIII. Production und Absatz an Syndicatsölen 368
IX. Gesammter Waarenversandt der Fabriken 368
X. Geldwerth der von den Fabriken in die Industrie aufgenommenen Chemikalien und Materialien 368
XI. Die von den Firmen der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie für Krankencassen ꝛc. und für Löhne gezahlten Beträge . . . 369
XII. Betriebsmittel der Firmen der sächs.-thüring. Mineralölindustrie 369

Erſtes Capitel.

Zur geſchichtlichen Entwickelung der Fabrikation von Mineralölen und Paraffin aus Braunkohle, Torf, Bogheadkohle und anderen bituminöſen Subſtanzen.

Die Fabrikation der Mineralöle und des Paraffins durch trockene Deſtillation von Braunkohle und Schweelkohle, Torf, Bogheadkohle, bituminöſen Schiefern und ähnlichen Materialien muß in ihrer Entſtehungsgeſchichte auf die Unterſuchungen Reichenbach's [1]) zurückgeführt werden, welcher als Chemiker der ausgedehnten Berg- und Hüttenwerke des Grafen Salm zu Blansko in Mähren die Producte der trockenen Deſtillation des Holzes, ſpäter auch anderer Stoffe, einem eingehenden und erfolgreichen Studium unterwarf. Ganz beſondere Bedeutung erlangte die gelegentlich dieſer Unterſuchungen im Jahre 1830 gemachte Entdeckung des Paraffins (von Reichenbach ſo genannt von parum affinis: wenig verwandt) als Beſtandtheil des Buchenholztheers, woran ſich dann noch die Auffindung des Eupions (gewiſſe leichte Kohlenwaſſerſtoffe der Fettreihe, die dem Photogen angehören), des Kreoſots, die Darſtellung des Cedriretś (= Cörulignon) und anderer Beſtandtheile des Schweeltheers anſchloſſen.

Reichenbach hat die große Bedeutung ſeiner Entdeckung wohl erkannt, denn am Schluſſe einer eingehenden Beſchreibung des phyſikaliſchen und chemiſchen Verhaltens des Paraffins ſagt er bezüglich dieſes Stoffes „er verſpricht daher zu Tafelkerzen ein paſſendes neues Material abzugeben und ſeine Entdeckung könnte in dieſem Betracht von Nutzen werden; dann könnte er zu Ueberzügen von Stoffen und Gefäßen, die Säuren Widerſtand zu leiſten haben, zu Verpfropfungen, Verkittungen, Verſchlüſſen gute Dienſte leiſten, wie bis jetzt kein anderer bekannter Körper".

Ohne Zweifel haben übrigens ſchon andere Chemiker vor Reichenbach das Paraffin in Händen gehabt, ſo z. B. J. N. Fuchs, welcher daſſelbe im Jahre 1809 im Bergöl von Tegernſee beobachtet haben ſoll, während es Andreas Buchner 1819 daraus iſolirte [2]). Die Identität dieſer Subſtanz,

[1]) Journ. f. Chem. u. Phyſ. von Schweigger-Seidel, 1830, 59, 436; ibid. 1831, 61, 273. — [2]) Wagner's Jahresber. 1869, S. 709.

welche Buchner unter der Bezeichnung „Bergfett“ beschrieb, mit Paraffin wurde 1835 durch Kobell festgestellt. Denselben Körper fand Christison[1]) zur Zeit der Entdeckung des Paraffins durch Reichenbach im Rangoontheer und nannte denselben „Petrolin“. Desgleichen hatten schon Saussure, Mitscherlich u. A.[2]) den Paraffingehalt gewisser Erdöle beobachtet. Erwähnt muß endlich noch werden, daß die unter der Bezeichnung Erdwachs oder Ozokerit sich findenden paraffinartigen Substanzen in der Moldau, in Galizien und am Caspischen Meere schon seit Jahrhunderten zu Kerzen benutzt worden sein sollen[3]). Mit Recht betont jedoch R. Wagner, daß es sich vor der Entdeckung Reichenbach's in allen Fällen nur um die Beobachtung fossilen Paraffins gehandelt habe, dessen volle Identität mit dem durch trockene Destillation gewonnenen ja bis auf den heutigen Tag noch nicht sicher festgestellt ist, daß deshalb Reichenbach nichtsdestoweniger als der wahre Entdecker des Paraffins anzusehen sei.

Jedenfalls hat er es zum ersten Mal künstlich und in reinem Zustande dargestellt, in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften präcisirt, sowie seine große Bedeutung für die Zukunft des Beleuchtungswesens erkannt. Dumas[4]) wies dasselbe 1835 als Bestandtheil des Steinkohlentheers nach. Die ersten Analysen des durch trockene Destillation erhaltenen Paraffins stammen von Ettling[5]) (1832), auf Grund welcher man dasselbe als der Aethylenreihe angehörig betrachtete. Erst zehn Jahre später (1842) stellte Lewy[6]) auf Grund seiner analytischen Resultate die Ansicht auf, daß das Paraffin der Hauptsache nach der Reihe der gesättigten Kohlenwasserstoffe (C_nH_{2n+2}) angehöre, eine Ansicht, welche jedoch erst durch die später ausgeführte Synthese verschiedener Paraffine durch Krafft[7]) näher begründet wurde und allgemeinere Annahme gefunden hat.

Die Untersuchung der bei der trockenen Destillation der oben erwähnten Stoffe entstehenden flüssigen Kohlenwasserstoffe der Fettreihe dreht sich in den ersten Jahren der Reichenbach'schen Arbeiten fast nur um das sogenannte „Eupion“, eine Flüssigkeit, welche Reichenbach[8]) zuerst aus dem Holztheer, später auch aus dem ätherischen Thieröl, sowie aus dem durch trockene Destillation von Fettölen erhaltenen Theer isolirte und dessen Siedepunkt er zuletzt zu 47° angab. Nach genauer Einsicht der einschlägigen Literatur liegt in dem Reichenbach'schen Eupion lediglich eine bestimmte Fraction der etwa in dem Photogen enthaltenen Kohlenwasserstoffe vor, vielleicht ein Pentan (C_5H_{12}) oder Hexan (C_6H_{14}), noch wahrscheinlicher ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe. Auf die muthmaßliche praktische Bedeutung des Eupions und damit also der flüssigen Kohlenwasserstoffe des Schweeltheers weist Reichenbach ebenfalls schon hin mit den Worten[9]): „wenn es einmal gelingen wird, die

---

[1]) Proceed. of the Inst. of Civil Engineers 66. — [2]) Wagn. Jahresber. 1869, S. 709. — [3]) Ebendaselbst. — [4]) Proceed. of Civ. Ing. 66. — [5]) Annal. d. Chem. u. Pharm. 2, 252 (1832). — [6]) Ebend. 44, 308. — [7]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15, 1687 u. f. — [8]) Journ. f. Chem. u. Phys. v. Schweigger-Seibel 1831, 62, 129 und 1832, 66, 318; Journ. f. prakt. Chem. 1834, 1, 377; Poggend. Annal. 1836, 37, 534. — [9]) Journ. f. Chem. u. Phys. v. Schweigger-Seibel 1831, 62, 160.

Abſcheidung des Eupions aus den Theeren wohlfeil genug zu vollbringen, ſo iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß dieſe Subſtanz in den Kreis der wirthſchaftlich nutzbaren Materialien wird gezogen werden können. Denn da ſie hell, klar, rußfrei und mit Docht brennt, ſo eignet ſie ſich zu einem Leuchtmaterial, das dem feinſten Oele nichts nachgiebt, nicht ſchmiert, den Docht nicht verdickt, an der Luft nicht verharzt, in der Kälte nicht erſtarrt u. ſ. w.“ Auch hierbei hat Reichenbach ſeinen klaren und ſcharfen Blick in Beurtheilung der praktiſchen Bedeutung der von ihm gemachten Entdeckungen bewieſen. Bezüglich der Zuſammenſetzung des Eupions neigt er zuerſt der Anſicht zu, es ſei identiſch mit den im Erdöl aufgefundenen Kohlenwaſſerſtoffen [1]), kommt aber auf Grund ſpäterer Unterſuchungen [2]) von dieſer Auffaſſung wieder zurück und tritt insbeſondere Heß, welcher ſich wiederholt für die Identität der Kohlenwaſſerſtoffe der Schweeltheere mit denen des Erdöls ausſprach [3]), ſcharf entgegen. Heß verdanken wir bei dieſer Gelegenheit auch die erſten Elementaranalyſen der Schweeltheeröle („künſtliche Naphta“), auf Grund deren er dieſelben für Kohlenwaſſerſtoffe der Aethylenreihe (C_nH_{2n}) anſprach. Durch Unterſuchungen von Cahours [4]) u. A. über den Schweeltheer iſt ſpäter die Natur der in dieſem enthaltenen Oele als geſättigter Kohlenwaſſerſtoffe der Methanreihe (C_nH_{2n+2}), ſowie deren Identität mit Kohlenwaſſerſtoffen, die auch in dem Erdöl enthalten ſind, mit Sicherheit feſtgeſtellt worden. Auch Reichenbach und Heß hatten nach dem von ihnen eingehaltenen Reinigungsverfahren, durch welches die Kohlenwaſſerſtoffe der Aethylenreihe ausgeſchloſſen ſind, offenbar nur Oele der Methanreihe in Händen.

Der Gedanke Reichenbach's, die in den Schweeltheeren enthaltenen feſten und flüſſigen Kohlenwaſſerſtoffe praktiſch zu verwerthen, wurde ſeiner Verwirklichung um ein Bedeutendes näher gerückt durch die von Selligue ſeit dem Jahre 1832 angeſtellten Verſuche der Darſtellung von Leuchtölen durch trockene Deſtillation bituminöſer Schiefer. Die erſte fabrikmäßige Darſtellung ſolcher Oele erfolgte 1839 durch Selligue und de la Haye. Auf der Induſtrieausſtellung zu Paris deſſelben Jahres war, laut Bericht von Hermann [5]), von Selligue in St. Leger du Bois (Saône und Loire) neben bituminöſem Schiefer und dem daraus gewonnenen Theer (flüſſiges Bitumen), Leuchtöl und Gasöl, rohes und gereinigtes Paraffin (Mineralwachs) ausgeſtellt.

Ueber das von Selligue zur Gewinnung genannter Producte damals gehandhabte Verfahren, das als der erſte Anfang unſerer heutigen hoch entwickelten Mineralöltechnik von einigem Intereſſe ſein dürfte, beſitzen wir die folgenden Erläuterungen von Dumas [6]): Die bituminöſen Schiefer werden in verticalen cylindriſchen Gußeiſenretorten von je 1 cbm Capacität, deren ſechs in einem Ofen vereinigt ſind, der trockenen Deſtillation unterworfen. Die zu verſchweelenden Materialien gelangen oben in die Retorten, die feſten Rückſtände

[1]) Journ. f. Chem. u. Phyſ. von Schweigger-Seidel 1831, 62, 150. — [2]) Poggend. Annal. d. Phyſ. u. Chem. 37, 534. — [3]) Ebend. 1835, 36, 417; 1836, 38, 378. — [4]) Compt. rend. 80, 1568; 89, 331; 94, 610. — [5]) Die Induſtrieausſtellung zu Paris 1839 (Nürnberg bei Schrag, 1840), S. 147. — [6]) Traité d. Chim. appliquée 1844, 7, 390—395.

werden unten abgezogen, während die gas- und dampfförmigen Producte durch ein oben an jeder Retorte angebrachtes Entbindungsrohr in die Condensationsvorrichtungen entweichen. Nachdem die Destillation bis zum vierten Theil der Zeit vorgeschritten ist, werden die nicht condensirten Gase (für sechs Retorten 290 000 Liter), um an Brennmaterial zu sparen, in die Feuerung geleitet, also zur Heizung der Retorten mit benutzt. Jede Retorte faßt 600 bis 650 kg Schiefer und deren sechs, die in einem Ofen vereinigt sind, liefern bei jedesmaliger Charge 240 kg „flüssiges Bitumen", d. h. Theer. Aus 1000 kg dieses Theeres erhält man: 365 kg leichte Oele zu 0,760 bis 0,810 spec. Gew., 258 kg Leuchtöl und 141 kg einer talgartigen Masse, aus welcher sich durch Krystallisiren, Filtriren und chemische Reinigung circa 17 kg Paraffin, 85 kg paraffinhaltiges schweres Oel und 35 bis 40 kg eines Mineralfettes gewinnen lassen. Als Rückstand des destillirten Theers erhält man noch 175 kg Goudron. Aus der Schilderung Dumas', in welcher hauptsächlich auch noch auf die große Zukunft, welche dem fraglichen Industriezweige noch bevorstehe, hingewiesen wird, läßt sich übrigens schließen, daß derselbe zu Anfang der 40er Jahre noch keine größere Ausdehnung gewonnen hatte.

Uebrigens wurde sehr bald auch in Deutschland der erste Versuch zur Gewinnung von Leuchtölen aus Schweeltheer gemacht, und zwar durch den Franzosen Noblée[1]), welcher 1847 auf der Insel Wilhelmsburg bei Hamburg eine Fabrik errichtete, in der er zu Anfang schottische Wemyskohle der trockenen Destillation unterwarf und dabei ein Leuchtöl gewann, das er unter dem Namen „Hydrocarbür" oder „ätherisches Steinkohlenöl" in den Handel brachte. Später wurde diese Fabrik nach Harburg verlegt und die Wemyskohle durch die ergiebigere Bogheadkohle ersetzt; schon vor Jahren ist sie jedoch eingegangen.

1849 folgte Wiesmann u. Comp.[2]) zu Beuel bei Bonn, woselbst eine Blätterkohle durch trockene Destillation verarbeitet wurde.

Aus derselben Zeit ist noch über eine Reihe von Versuchen zu berichten, welche auf die Entwickelung der Mineralölindustrie mehr oder weniger von Einfluß gewesen sind. So legte damals Charles Mansfield im Vereine mit A. W. Hofmann den Grund für die namentlich durch den letztgenannten Forscher durchgeführten Untersuchungen über die Steinkohlentheerbestandtheile, auch erhielt Mansfield im Jahre 1847 bereits ein Patent auf Bereitung und Reinigung von Steinkohlentheerölen zur Erzeugung künstlichen Lichtes, ohne daß jedoch dieses Verfahren sich große Verbreitung verschaffen konnte. Wie bekannt, nahm später die Industrie der Verwerthung des Steinkohlentheers auf Grund namentlich der A. W. Hofmann'schen Untersuchungen eine ganz andere, damals noch ungeahnte Wendung; 1856 stellte Perkin den ersten Theerfarbstoff, das Anilinviolett, aus dem Benzol des Steinkohlentheers her und legte damit den Grund für die heutige gewaltige Industrie der Theerfarben.

---

[1]) Amtl. Ber. über die Allgem. Pariser Ausstellung 1855 von Biebahn und Schubarth, S. 252 und Prechtl's Encyklop., Suppl.-Bd. 4, 517. — [2]) Amtl. Ber. über die Allgem. Pariser Ausstellung 1855 von Biebahn und Schubarth, S. 253.

Für die Entwickelung speciell der Mineralöl- und Paraffinindustrie weit wichtiger wurden die Versuche, welche Geßner[1]) schon vom Jahre 1846 ab in öffentlichen Vorträgen zuerst auf Prince Edwards Island, später in Halifax auf New-Schottland über die trockene Destillation der Kohlen ausführte, denn daran reihten sich zunächst die von Downer in Boston ausgebeutete Entdeckung Atwood's[2]) der Gewinnung von Schmierölen (coup oils) aus Kohlentheer und in weiterer Folge die später von der nordamerikanischen Kerosen-Gaslicht-Compagnie erworbenen Patente, die ihrerseits wieder den Beginn einer in Nordamerika vor dem Aufkommen der Petroleumindustrie ziemlich hoch entwickelten Industrie der trockenen Destillation bituminöser Materialien auf Leuchtöl und andere bildete. Nachdem man mit der Breckenridge coal aus Kentucky zu minder befriedigenden Resultaten gelangt war, ging man zur Verarbeitung der aus Schottland bezogenen Bogheadkohle über, so daß im Jahre 1860 in den größeren Hafenstädten der westlichen Vereinigten Staaten sich 38 Fabriken mit der Verschweelung von Bogheadkohle auf Oele befaßten; zwei Etablissements verarbeiteten Albatit, ein asphaltartiges Material aus Hilsborough (New-Braunschweig). Die durchschnittliche Production an brennbaren Oelen betrug in jenem Jahre circa 200000 Faß (318000 hl). Allerdings konnte sich diese Industrie in Amerika nach dem Aufkommen der Petroleumindustrie nicht mehr halten. Schon 1859 beginnt diese letztere sich bemerklich zu machen, wenn auch erst mit einer Production von 2000 Faß, die aber schon 1860 auf 500000, 1861 auf über 2000000 Faß sich hob. Doch die Besitzer jener, auf die Verarbeitung von Bogheadkohle basirten Fabriken bemächtigten sich mit amerikanischer Beweglichkeit sofort des neuen Materials und wandelten ihre Etablissements in Petroleumraffinerien um, ein Umstand, der die Möglichkeit der seiner Zeit so plötzlich auftretenden Massenproduction von Leuchtpetroleum in Amerika erklärt. Aus dem gleichen Grunde befinden sich noch jetzt sehr viele der bedeutendsten Petroleumraffinerien gerade in den großen Hafenstädten der atlantischen Küste, und so ist gewissermaßen die amerikanische Petroleumindustrie aus der Schweeltheerindustrie hervorgegangen.

Sehr weit zurück gehen auch die ersten Versuche zur Gewinnung von Paraffin und von Oelen durch trockene Destillation des Torfes. Schon zu Anfang der 40er Jahre soll Prof. Runge[3]) zu Oranienburg durch Verarbeitung des Torfes dortiger Gegend Paraffinkerzen dargestellt haben. Es gelang ihm jedoch noch nicht, ein für den Großbetrieb geeignetes Verfahren aufzufinden und erst durch das im Jahre 1849 durch Rees Reece[4]) genommene Patent, welches seinerseits wieder auf Versuchen basirte, die dieser in dem Laboratorium von Pelouze in Paris im Kleinen ausgeführt hatte, erlangte dieser Zweig der Mineralölindustrie allgemeinere Bedeutung. Nach diesem Reece'schen Verfahren wurde bei der Stadt Kildare in Irland eine Fabrik errichtet, in welcher

---

[1]) Siehe bei Oppler, Handb. d. Fabrikation mineral. Oele, Berlin bei Springer, 1882, S. 7. — [2]) Höfer, Die Petroleumindustrie Nordamerikas in den Ber. d. österreich. Commiss. über die Weltausstellung in Philadelphia 1876, 8, 6. — [3]) Amtl. Ber. über die Allgem. Pariser Ausstellung 1855 von Biebahn und Schubarth, S. 256. — [4]) Siehe bei Oppler, a. a. O., S. 6.

man Torf auf Ammoniak, Holzgeiſt, Mineralöle ꝛc. verarbeitete. In dem unteren Theil eines mit Torf gefüllten Schachtofens wurde ein Theil des Torfes verbrannt und vergaſt, dadurch das überliegende Material abgeſchweelt und in Koks verwandelt, welcher letztere, unten angekommen, gleich wieder als Heizmaterial diente. Die Schweelproducte paſſirten Condenſationsvorrichtungen, in welchen ſich Theer und Waſſer verdichteten, während die Gaſe hindurchgingen, um nachher theilweiſe in den Schweelofen zurückzugehen, theilweiſe zur Feuerung anderer Apparate verwandt zu werden. Später bildete ſich dann aus dieſem erſten Unternehmen die Irish Peat Comp., welche bei Verarbeitung von täglich 100 Tonnen (à 1015 kg) = jährlich 36 500 Tonnen Torf eine Jahresproduction verſprach [1]) von 365 Tonnen ſchwefelſaurem Ammoniak, 255 Tonnen eſſigſaurem Kalk, 19 000 Gallonen (à 5 Liter) Holzgeiſt, 109 500 Pfd. Paraffin, 70 000 Gallonen Brennöl, 36 000 Gallonen Schmieröl. Wenngleich wohl dieſe Ausbeuten in praxi niemals erreicht worden ſein dürften, iſt es doch Thatſache, daß die Induſtrie der Torfſchweelerei, die zur Zeit ſo viel wie ganz verſchwunden iſt, in den 50er Jahren nicht allein in Irland, ſondern auch an anderen Orten, ſo beiſpielsweiſe in Oeſterreich und Böhmen, auch in Deutſchland ſich ausgebreitet hatte.

Von den erſten wiſſenſchaftlichen Forſchungen Reichenbach's im Jahre 1830 und den praktiſchen Verſuchen Selligue's 1839 bis zum Jahre 1850 waren, wie oben gezeigt worden iſt, zahlreiche Anſtrengungen zur Gewinnung von Leuchtölen und von Paraffin durch trockene Deſtillation bituminöſer Materialien im Kleinen und im Großen gemacht worden, ein durchſchlagender Erfolg auf dieſem Gebiete der Induſtrie des Beleuchtungsweſens war jedoch noch nicht zu verzeichnen. Es war James Young vorbehalten, ſich das Verdienſt, aus den bisherigen Verſuchen eine Großinduſtrie zu ſchaffen, zu erwerben. Nachdem dieſer aus dem Laboratorium von Graham hervorgegangene Chemiker ſchon ſeit 1847 ſich mit Unterſuchung und Ausbeutung des Petroleums aus den Steinkohlengruben von Alfreton in Derbyſhire befaßt hatte, in Folge Mangels an Rohmaterial jedoch nicht weiter kam, wandte er ſich der trockenen Deſtillation der Kohlen zu und ſchon Ende der 40er Jahre ſoll er bei Glasgow eine Fabrik errichtet haben [2]), in welcher zuerſt gewöhnliche Steinkohle, ſpäter die bei Torbanehill ſich findende Bogheadkohle auf Mineralöle, darunter insbeſondere das als Hydrocarbür bezeichnete Leuchtöl, und auf Paraffin verarbeitet wurden. Young war bei ſeinen Verſuchen von der bei ihm feſtgeſetzten Idee ausgegangen [3]), daß auch das von ihm früher verarbeitete Rohpetroleum des Kohlenwerkes zu Alfreton ein Product der trockenen Deſtillation von Steinkohle ſei, und da bekannt war, daß Steinkohle bei ſtarkem Erhitzen vorwiegend gaſige Producte liefert, führte er ſeine Verſuche unter nur mäßigem, langſamem Erhitzen der Steinkohle durch. Sie ergaben ihm das gewünſchte Reſultat: vorwiegend ölige Deſtillationsproducte. Young nahm 1850 in England, 1852 in

---

[1]) Siehe bei Muspratt, Handb. d. techn. Chemie, 3. Aufl., 3, 992. — [2]) Ebend. 6, 1165. — [3]) Siehe bei Brunton, Proceed. of the Inst. of Civ. Engin. 66, 66.

Amerika ein Patent auf seine Methode der Verschweelung von Kohlen unter Gewinnung von Oelen und von Paraffin und rasch fand dieses Verfahren Eingang in den Großbetrieb. So sollte es Reichenbach, glücklicher als mancher „Entdecker", noch erleben (1854), die von ihm prophetisch angekündigte große praktische Bedeutung des Paraffins und des Theeröls verwirklicht zu sehen. Mit der diesen Gelehrten in seltenem Grade auszeichnenden Bescheidenheit erkennt er das maßgebende Verdienst Young's um die Verwirklichung seiner Idee auch an mit den Worten [1]): „Allein dem Herrn Young kommt unstreitig das Verdienst einer zweiten Entdeckung zu, das nämlich, ein Verfahren ausgemittelt zu haben, das Paraffin aus Steinkohlen in einer verhältnißmäßig großen, seine Bereitung lohnenden Menge zu erzeugen, was ich nicht erreicht habe." Und bezüglich der Patentstreitigkeiten, in welche Young verwickelt wurde und welche drohten, ihn des wohlverdienten Lohnes für seine rastlose Arbeit zu berauben, bemerkt Reichenbach: „Ich wünsche, daß es Herrn Young gelingen möge, das gerichtliche Tribunal von der Priorität einer praktischen Entdeckung zu überzeugen, die ihm gebührt, die in meiner rein wissenschaftlich gehaltenen Arbeit nicht enthalten war und die ich auch auf keine Weise in Anspruch nehmen kann. Möge er die Früchte seiner Erfindsamkeit und seines Fleißes genießen, die er verdient und die ihm mit Recht Niemand streitig machen kann." Young hat sie genossen und noch heutigen Tages ist das aus seiner Fabrik im Jahre 1866 hervorgegangene Etablissement „Young's Paraffin Light and Mineral-Oil-Comp." in Schottland das bedeutendste dieser ganzen Branche. Mögen auf der einen Seite diejenigen nicht ganz Unrecht haben, welche meinen, daß in Folge Monopolisirung der Mineralölindustrie durch die Young'schen Patente die Ausbreitung derselben gehemmt worden sei, so ist auf der anderen Seite auch wieder zu bedenken, daß es für Young eben nur auf diesem Wege möglich war, sich den wohlverdienten Lohn für langjährige mühevolle Arbeit und materielle Opfer zu sichern, abgesehen davon, daß derselbe dadurch in die Lage versetzt wurde, die Ausbildung der Technik des ganzen Verfahrens in großem Maßstabe zu betreiben, was er auch that. Ich kann deshalb dem um die Geschichte der Mineralölindustrie so hochverdienten K. Müller [2]) nicht ganz beistimmen, wenn er Young's Verdienst um die Mineralölindustrie nur gering anschlägt und meint, daß er die Entwickelung der neuen Industrie durch seine Patente nur geschädigt habe. Wie hoch die Zeitgenossen jener ersten Entwickelung Young's Verdienste anschlugen, beweisen zur Genüge die oben citirten Aeußerungen des in dieser Frage jedenfalls competenten Reichenbach; und daß zudem jene Patente der Entwickelung der Industrie in Amerika keinerlei Nachtheil gebracht haben, ist durch die schon erwähnte Existenz von nicht weniger als 38 Fabriken, welche im Jahre 1860 Bogheadkohle destillirten, ebenfalls außer allen Zweifel gestellt.

Auch in Deutschland ging diese Industrie von jetzt ab rasch in die Höhe. Wie oben bemerkt, hatte die Firma Noblée [3]), eine französisch-deutsche Gesell-

---

[1]) Journ. f. prakt. Chem. 63, 64. — [2]) Zeitschr. f. Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie 1876, S. 42. — [3]) A. a. O.

schaft, 1847 auf Wilhelmsburg bei Hamburg eine (jetzt nicht mehr existirende) Fabrik zur Verarbeitung von schottischer Wemyskohle auf Leuchtöl (Hydrocarbür) errichtet, welche später nach Harburg verlegt wurde und zur Verarbeitung von Bogheadkohle überging. Im Jahre 1848 findet sich, nach mir durch Herrn Oberbergrath Follenius in Bonn gewordener freundlicher Mittheilung, in Cöln eine französische Gesellschaft „Société des Schistes bitumineux", welche eine Anzahl Blätterkohlen-Gruben bei Siegburg im Siebengebirge besaß, die 1850 an die Firma Wiesmann u. Comp. übergingen. Erster Director dieser Firma war der durch zahlreiche Untersuchungen auf dem Gebiete der Schweelindustrie wohlbekannte H. Vohl. Fast gleichzeitig entstand die Augustenhütte zu Beul bei Bonn unter Leitung von P. Wagenmann[1]). Nach der mir gewordenen Auskunft ist nur auf der Augustenhütte ein nennenswerther Großbetrieb vorhanden gewesen. Die Blätterkohlen wurden nach vorhergehender Trocknung in liegenden eisernen Retorten von ähnlicher Form wie Gasretorten destillirt und gaben im Kleinen circa 20, im Großen nie über 12 Proc. Theer. Bis 1859 gingen die nicht verdichteten stinkenden Schweelgase in die Luft, von da ab wurden sie unter die Retorten zur Feuerung zurückgeführt und also verbrannt, wodurch die Hälfte an Heizkohle (Steinkohle) gespart wurde. Der erhaltene braune Theer erstarrte bei 10 bis 13° C. und ergab an Photogen 25 Proc., Solaröl 43 Proc., Paraffin 6 bis 9 Proc. Es scheint nach meinen Informationen in der Fabrik viel Geld auf erfolglose Versuche, so z. B. mit Vacuumdestillation, mit stehenden Jacobi'schen Retorten u. a. m. verwendet, auch durch die neue amerikanische Concurrenz und durch Fabrikbrände großer Schaden verursacht worden zu sein, so daß, nachdem man noch kurz zuvor in Rott im Siebengebirge eine Schweelerei angelegt hatte, im Jahre 1861 der Betrieb eingestellt werden mußte. Nach allen den zahlreichen Mittheilungen, welche sich in unserer Literatur über die von Vohl und von Wagenmann ausgeführten Versuche vorfinden, haben es diese an rastloser Thätigkeit zur Vervollkommnung der Technik der Mineralölindustrie nicht fehlen lassen und gerade die Versuche derselben mit Vacuumdestillation, mit stehenden Retorten und andere beweisen, wie richtig sie bezüglich der möglichen und noththuenden Neuerungen geurtheilt hatten.

Auch bei Ludwigshafen am Rhein entstand in damaliger Zeit (1850?) eine Fabrik, in welcher Bogheadkohle auf mineralisches Leuchtöl verarbeitet wurde.

Im Ganzen läßt sich gerade in diesen Jahren erkennen, wie die Ersetzung der vegetabilischen Oele im Beleuchtungswesen durch mineralische Oele eine durch unsere ganze Culturentwickelung bedingte Ordnung der Zeit war, denn von allen Seiten wurden die eifrigsten Anstrengungen gemacht, solche Leuchtöle fabrikmäßig zu gewinnen: in Frankreich von Selligue, de la Haye u. A., in Schottland von Young, in Irland von Reece, in Amerika von Geßner, Atwood u. A., in Deutschland von der Gesellschaft Noblée, von Vohl und Wagenmann.

Noch hatte man in dem Theile Deutschlands, welcher die für Gewinnung von Mineralölen und von Paraffin günstigsten natürlichen Bedingungen aufweist, in

[1]) Siehe bei K. Müller, ebend. S. 42.

der preußischen Provinz Sachsen, keine Ahnung von der Bedeutung dieser Industrie für die Zukunft und es muß deshalb K. Müller in Halle als entschiedenes Verdienst angerechnet werden, daß er im Jahre 1854 in seiner Zeitschrift „die Natur“ [1]), auf die großen Errungenschaften jenes Industriezweiges in England, Schottland und Irland hinwies und die große Bedeutung derselben für die Provinz Sachsen in Rücksicht auf die dort vorhandenen großen Braunkohlenlager hervorhob. Demselben Gelehrten verdanken wir eine eingehende geschichtliche Darstellung der sächsisch-thüringischen Schweeltheerindustrie [2]). Dieser, sowie den Mittheilungen Grotowsky's in seiner ausgezeichneten Darstellung des „derzeitigen Standes der Paraffin- und Mineralölgewinnung in der Provinz Sachsen“ [3]) und endlich auch freundlichen privaten Mittheilungen, namentlich des letztgenannten Herrn, bin ich in der nachfolgenden Schilderung des Entwickelungsganges der sächsisch-thüringischen Mineralöl- und Paraffinindustrie in der Hauptsache gefolgt.

Hatte es verhältnißmäßig lange gedauert, bis man in der Provinz Sachsen den allgemeinen Anstrengungen zur Gewinnung von mineralischen Leuchtmaterialien sich anschloß, so nahm dafür nach einmal eingeleiteten Versuchen dieser Industriezweig dortselbst einen ungemein rapiden Aufschwung. Zu Anfang allerdings wurden gerade auch hier nicht unbedeutende Fehler begangen. Ausgehend von der unrichtigen Idee, jede Braunkohle eigne sich zur Verarbeitung auf Mineralöl und Paraffin, wurden auch in solchen Gegenden Fabriken errichtet, welche kein zur Verschweelung geeignetes Rohmaterial besaßen. Zu diesen Anlagen gehörte damals auch die erste in dortiger Gegend errichtete Destillationsanlage der Firma Göhler u. Comp. in Aschersleben. Seit 1840 hatte die Firma Knochenkohle fabricirt und dabei auch die sich ergebenden Nebenproducte gewonnen; 1846 machte sie nach Grotowsky den ersten Versuch zur Gewinnung und Verwerthung des Braunkohlentheers, doch erst 1855 ist sie zum Großbetrieb übergegangen und fabricirte Photogen, Paraffin, Paraffinkerzen, Asphalt ꝛc. Die technischen Leiter dieser ersten Mineralölfabrik der Provinz Sachsen waren Herzer und später Grotowsky; doch mußte dieselbe schon 1859 in Folge finanzieller Schwierigkeiten den Betrieb einstellen. Eine zweite Fabrik wurde 1856 in Aschersleben von Douglas begründet; doch hörte auch diese in den 70er Jahren auf zu arbeiten. 1856 entstanden nach Grotowsky des Weiteren die Paraffinfabriken zu Wittenberg, von Fabricius u. Comp. in Hötensleben, der Actiengesellschaft Rehmsdorf bei Zeitz, von Günther u. Comp. in Gr. Mühlingen, von Lenz u. Comp. in Warsleben und die Georgshütte bei Sommersdorf, die aber insgesammt nach kurzer Zeit wieder zu arbeiten aufhörten. Nicht bei allen diesen Fabriken darf der Grund des Mißerfolges allein auf Kosten eines fehlenden guten Rohmaterials gesetzt werden, vielmehr haben dazu auch der Mangel an sacherfahrenen technischen Leitern, die Unterschätzung der Beihülfe wissenschaftlich gebildeter Chemiker, sowie übertrieben

---

[1]) Müller u. Uhle, „Die Natur“, 1854, Nr. 21. — [2]) Zeitschr. f. Paraffin-, Mineralöl- u. Braunkohlenindustrie 1876, S. 34, 39, 47, 53, 59, 67. — [3]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate 24, Lief. 6.

hoch angepriesene Erfolge und hoch gespannte Erwartungen ein Bedeutendes beigetragen.

Vorsichtiger ging der Grubenbesitzer Gruhl zu Werke, welcher die Kohlen durch Dr. Carl Schliephacke vor ihrer Verarbeitung jeweils auf ihre Brauchbarkeit prüfen ließ.

Hier muß hinzugefügt werden, daß schon vorher der Grubenbesitzer Mahler 1855 in Weißenfels einen primitiven Versuch gemacht hatte, aus Braunkohle durch Verschweelung dessen Theerproducte zu gewinnen. Er sandte eine Probe seines Theers an einen jetzt verstorbenen berühmten Chemiker nach Berlin mit der Anfrage, ob aus demselben nichts zu machen sei. Die Antwort lautete „nein" mit dem Zusatze „laß deine Hände von solchen Geschichten, denn dabei entwickeln sich sehr giftige Gase, die der Gesundheit gefährlich werden können". Auch Mahler wandte sich an Schliephacke, von dem er eine günstigere Anwort erhielt. In Verbindung mit diesem Mahler schritt Gruhl dann zur Errichtung des Versuchslaboratoriums in Weißenfels, dessen Leitung Schliephacke übernahm.

Ein ähnliches Laboratorium entstand bald darauf in Giebichenstein bei Halle, dessen Leitung dem um die Entwickelung der Mineralölindustrie ebenfalls verdienten Dr. Bernhard Hübner übertragen wurde. Hübner hatte sich bei Schliephacke in das neue ihm dargebotene Feld eingearbeitet, konnte sich also dessen Erfahrungen schon zu Nutze machen, und übernahm von Giebichenstein aus sehr bald die Direction der in Bitterfeld neu gegründeten und von ihm gebauten Mineralölfabrik von Baurmeister. Auch diese Gründung muß übrigens insofern als eine übereilte bezeichnet werden, als sich für einen lucrativen Betrieb in der Nähe von Bitterfeld die nöthigen Kohlen nicht vorfanden, so daß man genöthigt war, zu dem Weißenfelser Revier seine Zuflucht zu nehmen.

Bald nach Beendigung der Vorversuche bildete sich durch die Bemühungen Gruhl's und Mahler's eine Gesellschaft unter dem Namen „Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actiengesellschaft", welche nach langen vergeblichen Bemühungen jedoch erst im Jahre 1858 eine Concession zum Bau der Fabrik in Köpsen erhielt. Der erste Director dieser Fabrik war Karl Gruhl und ihm folgte schon 1859 Grotowsky, der sich in der folgenden Zeit nicht allein um die Hebung der Paraffin- und Mineralölfabrik zu Köpsen, an deren Spitze er noch heute steht, sondern auch um die Entwickelung der ganzen Mineralöltechnik und ganz besonders der wissenschaftlichen Seite derselben, große Verdienste erwarb. Schon vorher hatte man übrigens an anderen Stellen dieses Reviers mit der Errichtung von Mineralölfabriken begonnen; so, wie schon oben erwähnt, in Rehmsdorf bei Zeitz, ein Etablissement jedoch, welches wohl in Folge ungenügender technischer Leitung bald wieder einging, 1860 aber durch B. Hübner neu begründet wurde, bis es vor wenigen Jahren wieder aufgegeben wurde. Im selben Revier trat 1856 die sächsisch-thüringische Actiengesellschaft für Braunkohlenverwerthung in Halle a. S. mit der für die Entwickelungsgeschichte der sächsischen Schweeltheerindustrie hoch bedeutsamen und noch heute blühenden Fabrik zu Gerstewitz ins Leben, deren erster Director Dr. Schwarz, später Professor an der technischen Hochschule zu Graz, wurde.

Dessen Nachfolger war Schliephacke, der demnächst zwar die sächsische Mineralölindustrie verließ, später jedoch wieder zurückkehrte, um die Direction der „Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellschaft", eine Stellung, die er noch heute bekleidet, zu übernehmen.

Nachdem man es in Gerstewitz zuerst mit der Destillation mittelst überhitztem Wasserdampf versucht hatte, ging man zur Anlage gewöhnlicher liegender Retorten mit directer Feuerung über.

Wohl die bedeutsamste und erfolgreichste Leistung, die später von der Gerstewitzer Fabrik ausging, war die Einführung der zwar anderwärts schon vorher angewendeten, in Sachsen jedoch so viel wie gar nicht bekannten und jedenfalls noch nicht im Großbetrieb versuchten stehenden Schweelretorten durch den damaligen Director der Fabrik Dr. Rolle im Jahre 1869/70. Auf demselben Werke war längere Zeit hindurch der durch sein großes technisches Geschick und sein Organisationstalent ausgezeichnete Voigt thätig, während es zur Zeit von Wernecke geleitet wird, der sich durch Verbesserungen auf dem Gebiete der Schweelerei, insbesondere durch Einführung der Gasfeuerung, namhafte Verdienste erworben hat. Im gleichen Jahre mit der Gerstewitzer Fabrik entstanden auch noch die „Vereinigten Sächsisch-Thüringischen Solarölfabriken" [1]), deren noch heute unter Direction von Osc. Krug blühende Hauptfabrik zu Döllnitz bei Halle sich befindet. Im Jahre 1858 folgte dann, wie schon oben erwähnt, die Werschen-Weißenfelser Gesellschaft und im gleichen Jahre Schulze in Wildschütz bei Hohenmölsen, 1860 die schon erwähnte Neubegründung der später in eine Actiengesellschaft umgewandelten Fabrik zu Rehmsdorf durch Hübner. Unter den Technikern, welche, wenn auch nicht in hervorragenden leitenden Stellungen sich befanden, wohl aber durch Verbesserungen auf dem Gebiete der Theergewinnung sich auszeichneten, muß an dieser Stelle auch Rambohr's gedacht werden, der insbesondere durch seine Bemühungen des Abschweelens der Kohle mit überhitztem Wasserdampf sich bekannt gemacht hat.

Mit dem Jahre 1861/62 tritt eine Persönlichkeit in dem Kreise der sächsischen Mineralölindustriellen auf, die ohne besondere wissenschaftliche Vorbildung, rein nur auf dem Wege der Empirie, sich mit erstaunlicher Schnelligkeit an die Spitze, nicht allein der sächsischen Mineralölindustrie, sondern man kann wohl sagen an die Spitze der Industrie der ganzen Provinz Sachsen emporarbeitete: Carl Adolf Riebeck in Halle. Riebeck war ohne Zweifel ein technisches Genie ersten Ranges, das nicht allein mit Scharfblick erkannte, in welcher Weise die Entwickelung der Technik des Betriebes und des Bergbaues in einander greifen müssen, um die Industrie zu ihrer vollen Entwickelung zu bringen, sondern vor Allem auch mit jenem praktischen Sinn, jener Kühnheit und Energie in Verfolgung einer einmal als richtig erkannten Idee ausgestattet war, welche nothwendig waren, den Producten der sächsischen Mineralölfabriken zur Anerkennung auf dem Weltmarkte zu verhelfen und aus kleinen Anfängen eine wirkliche Großindustrie zu schaffen. Aber auch bis ins Einzelne hinein verfolgte dieser Mann die technischen Operationen und es war erstaunlich, mit

[1]) Die jetzige Firma heißt: Zeitzer Solaröl- u. Paraffinfabrik, A.-G. in Halle a. S.

welcher Sicherheit er oftmals — nicht selten entgegen dem Urtheil wissenschaftlicher Autoritäten — erkannte, wo und wie die Hebel der Vervollkommnung anzusetzen waren. Die von ihm in den Jahren 1861/62 zu Webau bei Weißenfels, woselbst er 1859 eine kleine Schweelerei erbaut hatte, deren Theer nach Bitterfeld ging (vorher hatte er eine kleine Schweelerei bei Gosserau), erbaute große Fabrik entwickelte sich durch die dort aufgefundenen ausgezeichneten Schweelkohlen rasch zu hoher Blüthe, so daß schon in den 70er Jahren die Riebeck'schen Werke zeitweise über ein Drittel des gesammten Braunkohlentheers auf Oele und Paraffin verarbeiteten. Noch in seinen letzten Lebensjahren hat Riebeck, neben seinen großen Schweelereien in Reußen und Röblingen, dort Mineralölfabriken eingerichtet, die ebenso wie Webau jetzt noch blühen.

Unter denjenigen, welche nach Riebeck in neuester Zeit in hervorragender Weise an dem Aufblühen der sächsischen Mineralölindustrie und insbesondere an der Vervollkommnung ihrer Technik gearbeitet haben, muß an erster Stelle Dr. Krey genannt werden, welcher im Jahre 1883 nach dem Tode des Besitzers in die Direction der bald darauf in die Actiengesellschaft der A. Riebeck'schen Montanwerke in Halle a. d. S. umgewandelten Werke A. Riebeck's eintrat. Die von Krey geleiteten Mineralöl- und Paraffinfabriken dürfen jetzt als geradezu mustergültig bezeichnet werden und allein schon die Einführung der Vacuumdestillation in den regelmäßigen Großbetrieb in Verbindung mit einer wohldurchdachten rationellen organischen Verbindung der einzelnen Stationen der Fabrikation und der vollen Ausnutzung verschiedener Nebenproducte müssen den hervorragendsten Leistungen auf dem Gebiete der Mineralöltechnik beigezählt werden.

Es ist erstaunlich, wie die sächsische Industrie es verstanden hat, hauptsächlich durch Vervollkommnung ihrer Technik und dadurch, daß sie immer wieder neue Verwendungsweisen auch ihrer minderwerthigen Producte auffand, sich neben dem Aufkommen der gewaltigen Petroleumindustrie und auch der von Natur vielfach günstiger situirten schottischen Mineralölindustrie nicht bloß zu erhalten, sondern sogar zu immer größerem Umfange sich zu entwickeln. Dabei war sie in Folge Aufarbeitung der besseren Schweelkohlenfunde genöthigt, sich allmälig mit erheblich minderwerthigerem Material zu begnügen. Was sie aber an Qualität einbüßte, das wußte sie an Quantität, durch entsprechende Steigerung der Production, zu ersetzen, und insbesondere die in früheren Zeiten sehr geringwerthigen schwereren Oele bürgerten sich als Gasöle allmälig in einem Grade ein, daß man wohl sagen kann, daß wir sie nicht mehr entbehren können.

Zum Schlusse sei noch des jüngsten Zweiges unserer deutschen Schweeltheerindustrie, der Verarbeitung des bituminösen Schiefers, auf den Werken von Messel bei Darmstadt erwähnt, woselbst im Jahre 1885 mit dem Abbau des umfangreichen Lagers eines bituminösen Materials begonnen wurde, dessen Verarbeitung auf Paraffin und Mineralöle in einer umfangreichen Fabrik betrieben wird. Um die Entwickelung dieser Werke hat sich ihr derzeitiger Leiter, Dr. Spiegel, große Verdienste erworben [1]).

[1]) Der vorstehende geschichtliche Rückblick ist von Herrn Prof. C. Engler verfaßt.

Zweites Capitel.

Die bituminösen Rohstoffe.

Im Folgenden werden die verschiedenen bituminösen Stoffe aufgeführt und zugleich die Resultate angegeben, die durch die trockene Destillation dieser Substanzen erhalten worden sind. Ueber die Zusammensetzung der Destillationsproducte selbst wird später ausführlich berichtet werden. Von der großen Anzahl der in der Literatur aufgezeichneten Untersuchungen sind die weggelassen worden, die ohne Interesse für die Industrie sind.

I. Die Schweelkohle.

Das Vorkommen.

Zu den Gegenden, wo seit Jahrzehnten bituminöse Materialien gefunden und verarbeitet werden, gehört in erster Linie die Provinz Sachsen. Dort wird eine bitumenhaltige Kohle, Schweelkohle, in Aufbereitungsanstalten, Schweelereien, der trockenen Destillation unterworfen und hat die Veranlassung gegeben zur Entstehung und schnellen Entwickelung eines großen Gewerbes.

Die Schweelkohle ist eine erdige Braunkohle, die sich wesentlich von der mit ihr in demselben Gebiete vorkommenden anderen Art von Braunkohle, Feuerkohle, unterscheidet, die nur zum Heizen verwendet wird. Die Schweelkohle findet sich in der Gegend zwischen den Städten Weißenfels und Zeitz und in der Nähe der Mansfelder Seen bei Eisleben, ferner in der Umgebung der Städte Aschersleben, Halberstadt und Halle a. S., während in den übrigen Theilen des Oberbergamtsbezirks Halle a. S., wo Braunkohle gefördert wird, bis jetzt die Anwesenheit von Schweelkohle nicht festgestellt werden konnte. Die Braunkohle ist nicht in einem fortlaufenden Flöz, wie z. B. der Kupferschiefer in dem Mansfelder Gebiete, sondern in flachen Mulden gelagert, die in verschiedenen Tiefen von der Oberfläche auftreten und wo neben der Feuerkohle in wechselnden Lagen die Schweelkohle, allerdings in weit geringerer Menge als diese, erbohrt wird. Es ist deshalb nöthig, sobald ein neues Kohlengebiet entdeckt ist, dessen Material in den einzelnen Schichten auf seinen Gehalt an Bitumen

zu unterſuchen und ſo die Menge der ſchweelfähigen Kohle feſtzuſtellen, damit der Bergmann beim Abbau weiß, wo er die Schweelkohle zu ſuchen und welche Theile des Lagers er als Feuerkohle anzuſehen hat. Die Schweelkohle findet ſich meiſt in geringen Tiefen und faſt immer im „Ausgehenden“, d. h. am Ende der Kohlenablagerungen, und ſie iſt regelmäßig von der Feuerkohle deutlich getrennt.

Die Braunkohle iſt von mancherlei Mineralien durchdrungen, neben Aluminit und Gyps beobachten wir am häufigſten den Schwefelkies und Waſſerkies; dieſe beiden ſind gerade die unliebſamſten Begleiter der Schweelkohle, in der ſie ſich in großen Knollen, ſogenannten Halleſchen Pomeranzen, finden. Sie zerſetzen ſich beim Schweelen und bilden mit den entſtehenden Kohlenwaſſerſtoffen des Bitumens Schwefelverbindungen, die dem Mineralölfabrikanten nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereiten. Ferner treten Mergelkalk, Thoneiſenſtein, Alaunſtein und dergleichen auf und nur in ſeltenen Fällen Schwefel, Phosphorit und Vivianit[1]). Als Deckgebirge beſitzt die Braunkohle meiſt Kies, Sand, Thon oder ſandigen Lehm.

Die Entſtehung.

Ueber die Entſtehung der Braunkohle können natürlich nur Hypotheſen aufgeſtellt werden, denn wir können nur aus den in der Kohle gefundenen Thier- und Pflanzenreſten auf die Zeit und die Art ihrer Entſtehung ſchließen. Daß das Bitumen der Braunkohle mineraliſchen Urſprungs und ähnlich dem Petroleum aus dem Fette der Thiere der Bildungsperiode der Braunkohle entſtanden ſei, iſt nach den Eigenſchaften und dem Verhalten dieſes Bitumens ausgeſchloſſen. Es hat noch jetzt in jeder Beziehung viel Aehnlichkeit mit der Harzſubſtanz der Pflanzen.

Auch die Annahme, nach der die beſte Schweelkohle, der Pyropiſſit, ſchon durch eine Deſtillation gebildet und die ihn oft begleitende Rußkohle der Deſtillationsrückſtand ſei, muß verworfen werden, denn ſie entbehrt jeder wiſſenſchaftlichen Begründung. Im Pyropiſſit iſt kein Kohlenwaſſerſtoff der Fettreihe vorhanden, was doch der Fall ſein müßte, wenn er ein Deſtillationsproduct des urſprünglichen Bitumens wäre; denn eine Deſtillation, bei der das Bitumen keine Zerſetzung erleidet, iſt nur mit überhitztem Waſſerdampf oder im Vacuum möglich, während in dem Braunkohlenlager doch nur eine ſolche unter hohem Druck vor ſich gehen konnte.

Stöhr[2]) führt die Entſtehung des Pyropiſſits auf eine Umwandlung der Braunkohle in Kohlenwaſſerſtoffe und Harze zurück unter Ausſcheidung von Kohlenſäure und Waſſer. Grotowsky[3]) wies auf die Unhaltbarkeit dieſer Behauptung hin, indem er die Elementaranalyſen der beiden Kohlenſorten,

---

[1]) Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle a. S. und in den angrenzenden Staaten, S. 3. (Feſtſchrift zum vierten allgemeinen deutſchen Bergmannstag zu Halle a. S. 1889.) — [2]) Das Pyropiſſitvorkommen in den Braunkohlen bei Weißenfels und Zeitz; Jahrbuch für Mineralogie ꝛc. 1867. — [3]) Zeitſchr. f. Berg-, Hütten- und Salinenweſen 24, 358.

Schweel- (Propifsit) und Feuerkohle, verglich, die so wenig von einander abweichen, daß unmöglich eine Umbildung in der angeführten Weise gedacht werden kann.

v. Fritsch [1]) ist nach eingehender Untersuchung zu dem Ergebniß gelangt, daß die Schweelkohle das Harz von Bäumen aus der Tertiärzeit darstellt, während die Feuerkohle durch die Umwandlung der Holzfaser dieser fossilen Gewächse hervorgegangen ist. Von vielen Seiten wird die Meinung vertreten, daß die Braunkohle an ihren Fundstätten auch entstanden sei, und zwar wären die an diesen Stellen vorhandenen Sümpfe, Moore und Wasserlachen, die mit einer üppigen Vegetation von Moor- und Wassergewächsen bedeckt und umgeben gewesen wären, allmälig ausgetrocknet, die Pflanzen abgestorben, vermodert und im Laufe der Zeit mit Sand- und Thonschichten bedeckt worden, und so hätte sich aus diesen großen Pflanzenmassen die Schweel- und Feuerkohle gebildet. Diese Ansicht widerlegt v. Fritsch [2]) und ist der Meinung, daß die Braunkohle nicht an Ort und Stelle gewachsen ist, sondern in anderen pflanzenreichen Gebieten schon gebildet und dann durch das Meerwasser zusammengeschwemmt worden ist. Für diese Annahme spricht außer einigen rein geologischen Gründen die genaue Trennung zwischen Schweel- und Feuerkohle in den Kohlenlagern der Provinz Sachsen, denn wäre die Kohle dort erst entstanden, so müßten Schweel- und Feuerkohle gemengt auftreten, während gerade diese harzigen Massen sich von der schwereren erdigen Kohle getrennt haben, und so hat uns das Wasser schon die Aufarbeitung eines Schweelkohlenlagers vorbereitet und wesentlich erleichtert. Es sind nicht nur Nadelhölzer, wie von manchen Seiten angenommen wird, die zur Entstehung der Braunkohle beigetragen haben, sondern gerade den Laubgewächsen verdanken wir meist die bei Weitem werthvollere Kohle, die Schweelkohle. Sie wurde aus den in Deutschland in der Tertiärzeit zahlreich gedeihenden Palmen, Wachsbäumen (Myrica-Arten), Feigen und anderen harzreichen Gewächsen dieser Gattung gebildet; natürlich hat auch das Harz der Nadelhölzer mit dabei geholfen. v. Fritsch schließt seine Ausführung mit den Worten: „Wir sehen in den Braunkohlen das Erzeugniß unendlich langer Jahrtausende, die zu deren Bildung nöthig waren, viele Generationen von Gewächsen, Tausende von Thiergeschlechtern sind dahin gegangen und die Pflanzen, deren Reste zusammengeschwemmt wurden, sie haben jenes Material geliefert, dem der Bergbau jetzt nachgeht.“

Der Abbau.

Der Abbau eines Braunkohlenlagers wird auf zwei verschiedene Arten vorgenommen und richtet sich nach der Höhe des Deckgebirges im Verhältniß zur Höhe (Mächtigkeit) der Kohlenschicht. Ist dieses Verhältniß 1 : 1 oder

---

[1]) Ueber die Entstehung der Braunkohle, besonders der Schweelkohle; Verhandlungen des vierten allgemeinen deutschen Bergmannstages zu Halle a. S. 1889. — [2]) Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle a. S. und in den angrenzenden Staaten, S. 6.

die Höhe des Deckgebirges noch geringer, so wird die Gewinnung der Braunkohle durch Tagebau[1]) bewirkt. Uebersteigt hingegen die Höhe des Deckgebirges die des Kohlenlagers, so erfolgt der Abbau durch unterirdischen Betrieb mit Schachtanlage und Streckenförderung. Die erste Eröffnung des Tagebaues erstreckte sich auf die Entfernung der die Kohlenschicht bedeckenden Erdmassen (Deckgebirge). Dies geschieht bei kleineren Anlagen durch Menschenkraft, bei größeren durch maschinelle Förderung auf schiefer Ebene und in neuerer Zeit durch die bei größeren Canalarbeiten mit Erfolg verwendeten Dampfbagger. Die Kohlenförderung aus dem Tagebau erfolgt bald durch verticale Schachtanlage, die später näher zu beschreiben ist, bald auf schiefer Ebene durch Ketten- oder Seilförderung oder in seltenen Fällen auch durch Drahtseilbahn, bei der die Kübel auf besondere Rädergestelle gesetzt werden, um auch im Tagebau als Transportwagen zu dienen.

Der unterirdische Betrieb[2]) beginnt mit der Anlage eines senkrechten Schachtes, was oft wegen des sand- und wasserreichen Deckgebirges mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Man führt das „Abteufen" nach verschiedenen Verfahren aus, von denen das älteste das Abtreibeverfahren ist, ferner hat sich das Haase'sche patentirte Verfahren bewährt und zuweilen ist auch nach dem Gefrierverfahren von Poetsch gearbeitet worden. Von der Sohle des Schachtes aus, die selten über 50 m unter der Erdoberfläche liegt, werden zwei Hauptförderstrecken quer durch das Kohlenlager getrieben, von denen in je nach den localen Verhältnissen wechselnden Abständen die Nebenstrecken bis zur Feldesgrenze oder bis zum „Ausgehenden" zum Abbau der Kohle rechtwinkelig abgehen. Der Ausbau der Strecken und Schächte geschieht gewöhnlich durch Holzzimmerung, wozu das Holz gegen Fäulniß vorher imprägnirt ist; eine Ausmauerung tritt nur dann ein, wenn das ungünstige Deckgebirge es fordert oder die Grubenbaue länger als 10 bis 15 Jahre stehen sollen. In neuester Zeit ersetzt man zuweilen die Mauerung durch Ausbau in Schmiedeeisen (Tubbings).

Der Abbau des Kohlenlagers selbst erfolgt durch Bruchbau in der Weise, daß man vom Ende der Strecke aus nach dem Schachte zu die Kohle 3 bis 4 m hoch über der ursprünglichen Höhe der Strecke auf einem Raume von 15 bis 20 qm, der mit Holz verzimmert ist, gewinnt, dann das Holz entfernt, das Deckgebirge nachbrechen läßt (Bruch) und dann daneben einen anderen Kohlenpfeiler von gleichen Dimensionen abbaut. Man fährt mit dieser Arbeit fort, bis sämmtliche Kohle in dieser Lage bis zum Schachte gewonnen worden ist. Da die Höhe des Kohlenlagers meist mehr als 3 bis 4 m beträgt, so beginnt man, nachdem das gesenkte Deckgebirge ein bis zwei Jahre geruht und sich gesetzt hat, unter diesem in der beschriebenen Weise die tieferen Lagen der Kohlenschicht abzubauen. Man ist zuweilen gezwungen, den völligen Abbau eines starken Kohlenlagers nach und nach in noch mehr als zwei Etagen auszuführen.

Für die horizontale Förderung im unterirdischen Betriebe und im Tagebau benutzt man die Menschenkraft nur noch bei kleineren (bis 200 m) Förderlängen

---

[1]) Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle a. S. und in den angrenzenden Staaten, S. 149 u. f. — [2]) Ebend. S. 113 u. f.

(Weg vom Abbauort nach dem Schachte). Selten wird die Menschenkraft durch Pferde ersetzt, während jetzt die maschinelle Förderung durch Seil oder hauptsächlich Kette ohne Ende bei größeren Förderlängen (über 200 m) auch für den horizontalen Transport viel angewandt wird. Die benutzten Förderwagen haben in der Regel ein Obergestell von der Form eines Parallelepipedons, das aus Eisenblech von etwa 3 mm Stärke besteht, 5 bis 5,5 hl faßt und auf einem Radsatz ruht, dessen Räder gewöhnlich unter dem Kasten angebracht sind. — Zur Schachtförderung dienen als Motoren fast ausnahmslos Zwillingsdampfmaschinen mit Schiebersteuerung, die die cylindrischen Seiltrommeln mit Zahnradübertragung in Bewegung setzen. An dem Seile hängt der Förderkorb (Förderschale), dessen Boden zur Aufnahme von einem Förderwagen eingerichtet ist. Die größeren Werke fördern mit Doppelgestellen, auf denen zwei Wagen neben einander stehen. Der mit der Kohle gefüllte Wagen wird auf der Sohle des Schachtes auf die Förderschale geschoben und von da nach der Hängebank des Förderthurmes, ein über dem Schachte errichtetes massives Gebäude, gehoben, von wo die Kohle zur weiteren Verarbeitung abgefahren wird. Der Schacht ist durch einen selbstthätigen Verschluß geschlossen, den der aufwärts gehende Förderkorb öffnet und der bei dessen Niedergang von selbst in die ursprüngliche Lage zurückkehrt.

Die Entwässerung der Schächte und Strecken, die oft dem Bergmann viel Sorge bereitet, wird durch Aufstellung von Wasserpumpen ausgeführt. Die Ventilation des unterirdischen Baues geschieht in der Regel durch zu diesem Zwecke angelegte Wetterschächte, seltener durch Wetteröfen.

Die Eigenschaften.

Die Schweelkohle ist in dem Zustande, wie sie aus der Erde gefördert wird, nicht leicht von der Feuerkohle wegen des hohen Wassergehalts, gegen 66 Proc., zu unterscheiden. Sie bildet so eine mehr oder weniger plastische, zuweilen auch schmierige und sich fettig anfühlende Masse von braunschwarzer Farbe, die nach dem Trocknen ins Gelbe bis Weiße, je nach der Reinheit des Materials übergeht, während die Feuerkohle dann schwarz oder braun aussieht. Im trockenen Zustande zeigt die Schweelkohle erdigen Bruch und matten Glanz, der zum Fettglanz wird, wenn man sie mit einem glatten Gegenstande reibt. Ihr specifisches Gewicht ist 1,0 oder darunter, die besseren Sorten zeigen 0,9 [1]), wie auch Karsten fand, und ganz reine Schweelkohle, der von Kenngott der Name Pyropissit beigelegt worden ist, besitzt sogar noch ein niedrigeres. Von anderen Forschern ist das specifische Gewicht des Pyropissits höher gefunden worden, was wohl auf das mehr oder weniger reine Material und auf die verschiedenen Bestimmungsmethoden zurückzuführen ist; so wurde es von Grotowsky [2]) zu 1,004, von Bischof [3]) zu 1,25, von Wackenroder [4]) und von

[1]) v. Fritsch, Verhandlungen des vierten allgemeinen deutschen Bergmannstages zu Halle a. S. 1889. — [2]) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, 354. — [3]) Bischof, Lehrbuch der phys. und chemischen Geologie. — [4]) Archiv d. Pharm. [2] 60, 14.

E. Riebeck[1]) zu 1,112 festgestellt; die Feuerkohle dagegen zeigt 1,2 bis 1,4. — Die Schweelkohle schmilzt bei 150 bis 200° C., während die Feuerkohle nie schmilzt, sondern nur brennt. Die Schweelkohle brennt beim Anzünden mit stark rußender, einen milden brenzlichen Geruch verbreitender Flamme, der beim Ausblasen in den des verbrannten Schellacks übergeht. Die reine Schweelkohle ist frei von pflanzlichen Resten, was durch Behandeln mit concentrirter Salpetersäure leicht nachzuweisen ist; sie besteht nur aus amorphen harzigen Theilchen, die sich mit Alkalien verseifen lassen. Aus der Feuerkohle dagegen kann man durch Salpetersäure die Pflanzentheile abscheiden, es sind zum Theil Zellen- und zum Theil Oberhautgewebe[2]), die eigenthümlicher Weise noch sehr gut erhalten sind.

Die Zusammensetzung.

Die ersten Untersuchungen über die Bestandtheile des Pyropissits sind von Wackenroder[3]) und später im Jahre 1852 von Brückner[4]) ausgeführt; sie haben durch nach einander folgende Extractionen mit Aether und Alkohol und sich daran anschließende Destillationen eine ganze Reihe von Wachs- oder Harzproducten gefunden, die sie als eigene isolirte Körper angesehen und ihnen besondere Namen und Formeln beigelegt haben. So unterscheidet Brückner Leukepetrin mit der Formel $C_{50}H_{42}O_3$ und ferner noch fünf andere hoch moleculare Verbindungen; darauf weiter einzugehen, halten wir für unnöthig, da spätere Forscher, wie Schwartz und E. Riebeck, festgestellt haben, daß der Pyropissit aus einem Gemenge von verschiedenen Substanzen besteht, aus denen einzelne zu isoliren sehr schwer ist. Schwartz[5]) stellte eine Säure, Oxycerotinsäure $C_{27}H_{54}O_3$, daraus dar, während es E. Riebeck[6]) nicht möglich war, trotz sorgfältiger Untersuchung das Resultat von Schwartz zu bestätigen und einen einheitlichen Körper zu isoliren. Beide haben den Pyropissit analysirt und fanden:

	Schwartz	E. Riebeck
Hygroskopisches Wasser	20,86	4,4
Organische Substanz	68,26	83,97
Asche	10,88	11,63
Auf wasserfreie Substanz berechnet:		
Organische Substanz	86,2	87,8
Asche	13,6	12,1

Daraus geht zweifellos hervor, daß beide dasselbe Material in den Händen gehabt haben und daß es Schwartz nur vor der Analyse nicht so scharf als E. Riebeck getrocknet hatte. In der Asche wurde gefunden von

[1]) Inaugural-Dissertation, Freiburg i. Br. 1880. — [2]) v. Fritsch, Verhandlungen des vierten allgem. deutsch. Bergmannstages zu Halle a. S. 1889. — [3]) Archiv d. Pharm. [2] 60, 14. — [4]) Journ. f. prakt. Chem. 57, 1. — [5]) Dingl. polyt. Journ. 232, 465 bis 476. — [6]) Inaugural-Dissertation, Freiburg i. Br. 1880. Beiträge zur Kenntniß des Pyropissits.

	Schwartz	E. Riebeck
Eisenoxyd	28,63	6,181
Thonerde		4,43
Kalk	6,96	15,89
Magnesia	—	0,506
Schwefelsäure	2,12	4,38
Kohlensäure	—	0,64
Kieselsäure	60,48	0,633
Sand	—	64,28
Kohlen- und Phosphorsäure; Verlust	1,81	3,06

Wackenroder [1]) hatte folgende Bestandtheile festgestellt:

In Wasser löslich:

Kalk	0,16
Schwefelsaurer Kalk	1,14
Phosphorsaurer Kalk	0,09

In Wasser unlöslich:

Eisenoxyd	1,97
Thonerde	0,66
Manganoxydoxydul	0,38
Kohlensaurer Kalk	10,21
Magnesia	2,56
Kieselsäure	6,71
Sand	73,57

Die Elementaranalyse ergab nach:

	Grotowsky [2])	Teuchert [3])	E. Riebeck	Karsten [4])	Brückner	Schwartz
C	66,24	61,72	63,60	68,92	79,24	74,19
H	10,55	9,54	10,76	10,30	13,13	11,46
N	0,01	1,14	—	—	—	—
O	13,34	8,87	13,54	20,78	7,31	14,35
Asche	9,86	18,73	12,10	—	—	—

Durch Digestion des Pyropissits mit ätzenden Alkalien entsteht eine tiefbraune Lösung, aus der durch Salzsäure ein schwarzer Körper ausfällt, der von Wackenroder Huminsäure genannt wurde und von dem er 22,56 Proc. und E. Riebeck 29,32 Proc. fand. Die Huminsubstanz der Braunkohle besteht aus 62,3 bis 66,5 Proc. Kohlenstoff und 3,7 bis 4,6 Proc. Wasserstoff [5]).

Durch Extraction des Pyropissits mit Aether, Ligroin oder Alkohol erhält man wachsartige Körper, die man wohl als Harzsäure anzusehen hat. Nach E. Riebeck ist es ein Gemenge verschiedener Oxydationsproducte oder besser gesagt, ein Gemenge von Producten verschieden weit gediehener Oxydationen,

[1]) Jahresbericht der Chemie 2, 710. — [2]) Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, 356. — [3]) Boltze, Zeitschrift für die gesammte Naturwissenschaft 1877, 1. — [4]) Zincken, Die geologischen Horizonte der fossilen Kohlen, S. 107. — [5]) M. Conrad und M. Gutzeit, Berl. Ber. 1886, S. 2844.

die entweder von einem oder wahrscheinlicher von mehreren Kohlenwasserstoffen deriviren. Schweelt man den durch Extraction mit Ligroin erhaltenen Körper, so gewinnt man einen Theer, der etwa 19 Proc. Paraffin von 52° Schmelzpunkt enthält [1]).

Die Entwerthung durch Luft und Licht.

Die Schweelkohle wird durch Lagern an der Luft minderwerthig, wie Grotowsky und später auch Thede [2]) analytisch nachgewiesen haben, und was dem praktischen Bergmann schon aus Erfahrung bekannt war. Grotowsky fand nach sechs Monaten, während derer die Schweelkohle der Luft und dem Lichte ausgesetzt war, eine Abnahme der Theerausbeute von 10 Proc. bei Kohle, die der Oberfläche der Halde entnommen war und bei solcher aus 2′ Tiefe der Halde 5 Proc. Thede constatirte nach fünf Monaten eine Abnahme der Theerausbeute von 3,5 Proc. Dieser Vorgang kann wohl nicht durch eine langsame Destillation der Schweelkohle erklärt werden, sondern muß, wie L. Thompson, Richter, Kolbe u. A. auch annahmen, auf eine Oxydation der Kohle zurückgeführt werden. Bei der Destillation tritt eine weitgehende Zersetzung ein und ist dazu unbedingt die Schweeltemperatur von 120 bis 150° C. mindestens nöthig, während die Oxydation durch Licht und Luft vor sich gehen kann. Das Bitumen nimmt Sauerstoff auf, bildet höher oxydirte Verbindungen, vielleicht nach längerer Zeit einfache Fettsäuren, die bei einer darauf folgenden Destillation natürlich nicht in Kohlenwasserstoffe zerfallen und daher eine Abnahme der Theerausbeute bedingen. Bei einer noch weitergehenden Zersetzung der Schweelkohle durch Luft und Licht bilden sich Kohlensäure und Wasser und drücken die Menge der durch die Destillation gewonnenen Kohlenwasserstoffe herunter.

Um diesem Uebelstande in der Praxis abzuhelfen, muß man stets bestrebt sein, möglichst frisch geförderte Kohle zu schweelen und die Schweelkohle des Tagebaues nur kurze Zeit den erwähnten Einflüssen auszusetzen. Oft ist es aber aus bergmännisch-technischen Gründen nicht durchführbar, diese Bedingungen zu erfüllen. Zu erwähnen bleibt hierbei noch, daß es bei der Aufarbeitung mancher Schweelkohlenlager schwer ist, die Feuerkohle von der Schweelkohle scharf zu trennen, und man, um dem Bergmann die Arbeit zu erleichtern, ein Gemenge beider Kohlen schweelen muß, was natürlich auf die Quantität und Qualität des Destillationsproductes von großem Einfluß ist.

Das Ergebniß der Destillation.

Wird reiner Pyropissit der trockenen Destillation unterworfen, so zersetzt er sich nach:

---

[1]) Scheithauer, Jahresber. d. Techniker-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie 1889, S. 11. — [2]) Allgem. österr. Chemiker- u. Techniker-Zeitung 1892, Nr. 917 u. f.

	Grotowsky	Teuchert	E. Riebeck
in Theer	66,09 Proc.	64,47 Proc.	64,2 Proc.
Waſſer	— „	12,00 „	7,7 „
Koks	26,12 „	11,46 „	16,3 „
Gas und Verluſt . .	7,79 „	12,07 „	11,8 „

während eine jetzt noch gut genannte Schweelkohle etwa folgende Producte liefert:

Theer	10 Proc.
Waſſer	52 „
Koks	32 „
Gas und Verluſt .	6 „

Die Feuerkohle.

Die Zuſammenſetzung.

Die Feuerkohle, die, wie ſchon angeführt, mit der Schweelkohle gemeinſam vorkommt, beſteht, bei 100 bis 110° getrocknet, aus etwa 25 Proc. Waſſer, 2 Proc. Waſſerſtoff, 63 Proc. Kohlenſtoff und 8 bis 10 Proc. Aſche. Andere Analyſen ergaben:

Kohlenſtoff	64,32 Proc.	69,50 Proc.
Waſſerſtoff	5,62 „	5,08 „
Sauerſtoff	30,05 „	25,36 „

Die Zuſammenſetzung der Aſche iſt der der Schweelkohle ähnlich; ſo wurden gefunden 45 Proc. Kieſelſäure, 25 Proc. Kalk und 20 Proc. Eiſenoxyd und etwas Thonerde [1]). Natron und Kali ſind gleichfalls in geringen Mengen darin enthalten. — Die kleinſte Luftmenge, die zur Verbrennung von 1 kg getrockneter Kohle erforderlich iſt, beträgt 4,95 cbm und die für 1 kg feuchter Kohle mit etwa 20 Proc. hygroſkopiſchem Waſſer 4,75 cbm. Bei vollkommener Verbrennung der Feuerkohle werden bei trockenem Zuſtande 5598 Cal. und im feuchten Zuſtande (20 Proc. Waſſer) 4470 Cal. erzeugt, woraus ſich nach Abzug der latenten Wärme für das Waſſer ergeben: 5360 und 4183 Cal. [2]).

Das Waſſer, welches der Braunkohle nach gelinder Trocknung noch anhaftet, alſo etwa 25 Proc., muß als chemiſch gebundenes Waſſer oder als Conſtitutionswaſſer angeſehen werden [3]). Wird der Kohle dieſes Waſſer vollkommen oder nur zum Theil entzogen, ſo iſt es ſelbſt bei ſtärkerer Befeuchtung nicht möglich, die Kohle in den früheren ſchmierigen Zuſtand zurückzuführen. Bei fortſchreitender Waſſerentziehung wird die Kohle bröcklig und zerfällt; daß das hierbei entweichende Waſſer alkaliſch reagirt, rührt von dem ausgetriebenen Ammoniak oder den organiſchen Baſen her, die darin gelöſt ſind.

---

[1]) Schliephacke, Jahresber. des Techniker-Vereins der ſächſ.-thür. Mineralölinduſtrie 1890/91, S. 27. — [2]) Berg- und Hüttenkalender 1890, S. 153. — [3]) B. Kosmann, Die Bedeutung des Waſſergehalts in der Zuſammenſetzung der Braunkohlen für die Briketfabrikation. Verhandlungen d. vierten allgem. deutſch. Bergmannstages zu Halle a. S. 1889.

Die Verwendung.

Die Feuerkohle wird im feuchten Zustande zu Naßpreßsteinen verarbeitet. Besitzt sie, wie es oft der Fall ist, einen geringen Bitumengehalt von 2 bis 4 Proc., so ist sie zum Briketiren geeignet und hat sich darauf eine großartige Fabrikation gegründet [1]). Die Darstellung von Naßpreßsteinen und Brikets ist der zweite Pfeiler, auf den sich neben der Theerverarbeitung die Braunkohlenindustrie der Provinz Sachsen stützt. Auf die Zusammensetzung des Theers, wie er aus der Feuerkohle gewonnen werden kann, werden wir später zurückkommen [2]).

Bituminöse Braunkohlen sind noch an anderen Stellen als in der Provinz Sachsen gefunden worden und sind die Ergebnisse der trockenen Destillation in nebenstehender Tabelle (S. 23) zusammengestellt.

II. Der bituminöse Schiefer.

Die Entstehung.

Ueber die Entstehung des bituminösen Schiefers, der sich außer in Schottland auch an mehreren Stellen des Festlandes, so bei Reutlingen (Württemberg) und bei Messel (Hessen) findet, hat Carl Deffner in den württembergischen naturwissenschaftlichen Jahresheften von 1861 berichtet [3]). Danach haben wir den Blätterschiefer als Niederschlag eines in vollkommener Ruhe sich befundenen Meeres anzusehen, denn die feinsten homogensten Schiefer liegen in papierdünnen, ganz ebenen glatten Lagen dicht auf einander gepackt, und die vorhandenen Reste von Meeresthieren deuten darauf hin, daß der Schiefer aus Hochseeniederschlägen gebildet ist. In diesem Meere, das eine reiche Vegetation besaß, herrschte ein reges Thierleben, wie wir aus den zahlreichen Muscheln [4]) und Fischskeletten mit Sicherheit schließen können. Die zeitweise abgestorbenen Thiere und Pflanzen haben sich gleichmäßig mit dem mineralischen Absatz des Meerwassers niedergeschlagen, sind in Verwesung übergegangen, und das aus dem Moder entstandene Bitumen hat den entstehenden Schiefer durchdrungen; so ist es auch leicht erklärlich, daß der Bitumengehalt des Schiefers an den verschiedenen Stellen sehr schwankt. Finden wir Erdöl im Schiefer eingeschlossen, so kann dieses nur in Folge einer localen Temperatur- und Druckerhöhung aus dem Bitumen entstanden sein. — Wenn auch die angeführte Schilderung nicht genau für die Entstehung aller bituminösen Schiefer zutrifft, so werden doch stets ähnliche Verhältnisse vorhanden gewesen sein und die Bildung dieses für die Mineralölindustrie so wichtigen Rohmaterials verursacht haben.

---

[1]) Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle a. S. und in den angrenzenden Staaten, S. 219 u. f., S. 240 u. f. Preißig, Die Preßkohlenindustrie. — [2]) Vergl. das Capitel „Die Chemie des Braunkohlentheers". — [3]) Carl Dorn, Der Liasschiefer, S. 9. — [4]) Der Schiefer hat nach der vorweltlichen Muschel, Posidonomya Bronnii, bei Reutlingen seinen Namen erhalten.

Fundort:	Theer Proc.	Wasser Proc.	Koks Proc.	Gas und Verlust Proc.	Untersucht von	Veröffentlicht
1. bei Außig (Böhmen)	7,20	54,87	26,00	11,93	Bohl	Dingl. polyt. Journ. 152, 306.
2. „ Ellbogen (Böhmen)	19,2	6,9	42,3	31,6	Thenius	Ebendaselbst 169, 467.
3. „ Cöln	3,29	52,89	28,31	15,50	Bohl	Ebendaselbst 152, 306.
4. „ Lommatzsch (Böhmen)	4,21	28,52	47,25	20,02	Thenius	Polyt. Centralblatt 1858, S. 353.
5. „ Außig	4,95	42,05	40,80	12,20	„	Ebendaselbst.
6. „ Teplitz	5,42	35,39	44,16	15,03	„	„
7. „ Bautzen (Königreich Sachsen)	5,62	34,32	36,28	23,78	„	„
8. „ „ („ „)	8,64	20,73	50,00	20,63	„	„
9. „ Zittau („ „)	4,16	32,52	40,53	22,79	„	„
10. Schlesien [1]	8,5	31,5	39,0	21,0	Krey	
11. „	5,5	26,5	47,5	20,5	„	
12. Schallthal in Steiermark	5,90	15,70	56,00	22,40	Thede	Allgem. österr. Chem.- u. Techn.-Ztg. 9, 226 u. f.
13. Schweiz [2]	10,7	—	—	—	Bolley	Das Kohlenbergwerk Rasi und damit zu verbindende Mineralöl- und Paraffinfabrik. St. Gallen 1865.
14. „	8,9—10,5	—	—	—	Goppelsröder	
15. „	13—14	—	—	—	Lenggenhager	
16. Italien [3] (Carbone fossile de Milan)	1,63	28,0	49,5	20,87	Bohl	Dingl. polyt. Journ. 152, 310.
17. „ [4] (bois fossil)	4,54	51,14	86,71	7,61	Krey	
18. Frankreich (Lignite gras)	15,9	—	—	—	„	
19. „ (Lignite maigre)	5,9	—	—	—	„	
20. Australien [5]	54,08	13,00	24,70	8,22	„	
21. Texas (Amerika)	5,56	39,96	45,40	9,05	„	E. T. Dumble, Report of the brown coal and lignite of Texas, p. 220.
22. „ („)	5,9	—	—	—	Dumble	

[1]) Die Untersuchung geschah auf Veranlassung des Herrn Dr. Kosmann.
[2]) Die Kohle bestand aus 64,93 Proc. Kohlenstoff, 5,04 Proc. Wasserstoff, 15,54 Proc. Sauerstoff und 14,48 Proc. Asche.
[3]) Die Kohle ähnelte der bituminösen Glanzkohle des Siebengebirges.
[4]) Durch Trocknen bei 100° verlor die Kohle 41,8 Proc. Wasser, sie hinterließ beim Verbrennen 0,94 Proc. Rückstand, der aus Kalk, Eisen und Kieselsäure bestand.
[5]) Die Kohle fühlte sich fettig an und hatte ein dem Ozokerit ähnliches Aussehen.

Das Vorkommen und die Zusammensetzung.

In Deutschland wurde früher Schiefer, der auch Papierkohle hieß, in den Rheinlanden und bei Reutlingen geschweelt. Der zuerst angeführte war ziemlich elastisch und biegsam, besaß eine lederbraune Farbe und brannte mit hellleuchtender, stark rußender Flamme. Die trockene Destillation[1]) ergab:

Theer	20,014	Proc.
Wasser	24,214	„
Koks	46,326	„
Gas	9,446	„

Der bituminöse Schiefer, wie er bei Reutlingen vorkommt, ist von Gmelin, Fittig und Harbordt untersucht worden. Er besteht[2]) in Procenten nach ihnen aus:

Gmelin		Fittig		Harbordt	
Kohlens. Kalk[3])	35,00	Wasser	0,72	Kieselerde	27,025
„ Bittererde[3])	1,95	Bitumen	10,92	Thonerde	6,848
Eisenoxyd[3])	1,16	Kieselsäure	31,65	Eisenoxyd	7,294
Manganoxyd[3])	0,18	Thonerde	4,43	Kalkerde	16,224
Thonerde[3])	0,98	Eisen	6,37	Bittererde	0,957
Kieselerde[4])	32,86	Kalk	23,93	Kali und Natron	5,750
Thonerde[4])	9,33	Magnesia	1,72	Schwefelsäure	6,869
Kalk[4])	0,25	Kali	1,18	Kohlensäure	14,887
Bittererde[4])	0,22	Natron	3,67	Kohlenstoff	10,570
Kali[4])	0,91	Schwefelsäure	0,70	Wasserstoff	2,200
Manganoxyd[4])	Spur	Kohlensäure	15,30	Phosphorsäure	0,540
Eisenkies[4])	4,63				
Organ. Substanz und Wasser[4])	12,55				

Daraus ergiebt sich nach:

	Gmelin	Fittig
Thon	43 Proc.	41 Proc.
Kalkstein	40 „	41 „
Organ. Substanz (Bitumen)	12 „	12 „
Schwefelkies	5 „	6 „

Durch trockene Destillation kann man aus diesem Posidonienschiefer 4 bis 5 Proc. Theer erhalten. Die Bedeutung dieses Schiefers für die Mineralölindustrie wurde von Prof. Quenstedt mit folgenden Worten hervorgehoben: „In den Posidonienschiefern des Lias in Schwaben liegen auf einer Quadratmeile (zum großen Theil ganz oberflächlich) gering berechnet über 200 Millionen

---

[1]) Bohl, Dingl. polyt. Journ. 139, 216; 140, 63. — [2]) Carl Dorn, Der Liasschiefer, S. 13 bis 15. — [3]) In Salzsäure löslicher Theil. — [4]) In Salzsäure unlöslicher Theil.

Centner des feinsten Oels, ja man übertreibt nicht, wenn man die Mächtigkeit der zu gewinnenden Oelschicht auf 1′ schätzt.“ — Daß trotzdem sich in der Praxis der Abbau dieses Schieferlagers nicht durchführen ließ, und daß sich die entstandenen Aufbereitungsanstalten nur wenige Jahre halten konnten, werden wir später sehen.

Jetzt wird der bituminöse Schiefer noch geschweelt in Schottland, Frankreich und bei Messel (Großherzogthum Hessen-Darmstadt). Die schottische Industrie ist die bei Weitem bedeutendste und übertrifft auch die der Provinz Sachsen.

Fundort:	Theer Proc.	Wasser Proc.	Koks Proc.	Gas und Verlust Proc.	Untersucht von	Veröffentlicht
1. Provinz Hannover	7,55	10,16	73,74	8,55	Bohl	Dingl. polyt. Journ 152, 306.
2. „ „	2,19	8,91	86,87	2,03	„	Ebendaselbst.
3. bei Osnabrück	3,45	9,40	83,63	3,79	„	„
4. „ Markersdorf (Böhmen) . . .	6,41	27,50	56,25	9,84	„	„
5. „ Großleipa (Böhmen)	6,25	30,21	50,00	13,54	Thenius	Polyt. Centralblatt 1858, S. 353.
6. In den westlichen Pyrenäen . . .	7,37	3,15	85,38	4,10	Bohl	Dingl. polyt. Journ. 173, 232.
7. Canton Schaffhausen	3,00	11,5	69,0	16,5	Bolley	Schweiz. polyt. Zeitschrift 1861, 6, 45.
8. Frankreich	14,5	3,2	72,5	9,8	Selligue	Bohl, Dingl. polyt. Journ. 139, 216.
9. „	11,5	—	—	—	Krey	
10. Serbien [1]) (Subotinci)	34,00	8,00	36,53	11,47	S. M. Losanitsch	Berl. Ber. 1887, S. 2717.
11. Australien [2]) (Cherosen shale) .	60,0	2,0	35,0	3,0	Thede	Pharm. Centralhalle 1891, Nr. 27, S. 386.

[1]) Die Zusammensetzung war: 47,23 Proc. Kohlenstoff, 6,80 Proc. Wasserstoff, 12,13 Proc. Sauerstoff und 3,90 Proc. Wasser neben 29,94 Proc. Asche.

[2]) Der Schiefer hatte ein spec. Gew. von 1,7 und bestand aus fest auf einander gepreßten blätterigen Lagen.

In Schottland wurde in den 50er Jahren Bogheadkohle verarbeitet, der Vorrath davon ist aber schon seit Anfang der 70er Jahre fast erschöpft und wird die jetzt noch gewonnene Kohle zu hohen Preisen als Gaskohle meist nach dem Auslande abgegeben. Der Mineralölindustrie dient seit 1872 [1]) ausschließlich der Alaunschiefer (shale) als Rohmaterial, der sich in den Grafschaften Linlithgow und Mid-Lothian findet und von dem noch ausgedehnte Lager vorhanden sein sollen. Der Schiefer ist in der unteren Steinkohlenformation gelagert und findet sich nicht zwischen der Kohle selbst, sondern unter ihr zwischen Kalk- und Sandsteinen. Man unterscheidet zwei Arten [2]) von Schiefer, der eine hat einen schieferigen Bruch und ist von grauer Farbe, während der andere muscheligen Bruch und schwarze Farbe besitzt. Er ist im nassen Zustande sehr fett und zähe mit eigenartigem Thongeruch, im getrockneten aber schieferig und blätterig.

Die Bogheadkohle, die außer in Schottland früher auch in Amerika verarbeitet wurde, hat ein specif. Gewicht von 1,15 bis 1,26 und giebt geschweelt 30 bis 35 Proc. Theer (crude oil), während von dem Schiefer, der ein specif. Gewicht von 2,3 bis 2,57 besitzt, nur eine weit geringere Ausbeute erzielt werden kann, nämlich 8 bis 14 Proc. Der Aschengehalt beträgt 50 bis 80 Proc. Das bei der Destillation erhaltene Wasser ist sehr reich an Ammoniak und werden wir auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Die Elementaranalyse [3]) der Bogheadkohle ergab nach:

	Matter	Russel
C	61,04 Proc.	65,34 Proc.
H	9,22 „	9,12 „
O	4,40 „	5,46 „
N	0,85 „	0,71 „
S	— „	0,15 „
Asche	24,13 „	18,68 „

Die Asche [4]) setzt sich zusammen aus:

	Matter	Geuther
Kieselsäure	54,50 Proc.	48,50 Proc.
Thonerde	39,30 „	39,10 „
Eisenoxyd	5,00 „	12,40 „
Phosphorsäure und Chlor	Spuren	Spuren

Der Schieferthon, wie er in Broxburn [5]) (Schottland) seit 1861 verarbeitet wird, besteht aus:

C	20 Proc.	S	1,5 Proc.
H	3 „	Wasser	8,0 „
N	0,7 „	Asche	66,8 „

[1]) Mills, Destructive Distillation, p. 15. — [2]) Krug, Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie 1887, S. 29. — [3]) Zinken, Die geologischen Horizonte der fossilen Kohlen, S. 104. — [4]) Schädler, Technologie der Fette und Oele der Fossilien, S. 191. — [5]) D. R. Steuart, Journ. Soc. Chem. Industr. 1889, p. 100.

und liefert bei der trockenen Destillation

Theer	12 Proc.
Wasser	8 „
Koks	9 „
Gas	4 „
Asche	67 „

Der in den meisten schottischen Fabriken zur Verarbeitung gelangende Schiefer besitzt im Durchschnitt folgende Zusammensetzung [1]):

C . . .	25,27 Proc.	N . . .	1,14 Proc.
H . . .	3,67 „	S . . .	0,49 „
O . . .	5,65 „	Asche . .	63,74 „

Die Asche besteht aus:

Kieselsäure . . .	55,60 Proc.	Kalk	1,55 Proc.
Eisenoxyd . . .	12,23 „	Magnesia . . .	Spuren
Thonerde . . .	22,14 „	Schwefel . . .	0,94 „
In Wasser lösliche Bestandtheile . . .			8,27 Proc.

Der Gesammtschwefel im Schiefer beträgt demnach 1,80 Proc., von denen 1,31 in der Asche und 0,49 Proc. in den flüchtigen Bestandtheilen enthalten sind.

Der bituminöse Schiefer von Vagnas (Ardèche) und von Autunois (Saône und Loire) [2]), wie er in Frankreich geschweelt wird, ist in seiner Beschaffenheit der Bogheadkohle ähnlich. Er bildet eine dichte feste Masse und seine Zusammensetzung ist etwa folgende [3]):

Theer	6 Proc.
Gas	2,5 „
Schweel- (Ammoniak) Wasser	10,0 „

und der Rückstand besteht aus:

Kohlenstoff	8,0 Proc.
Thonerde und Eisenoxyd . .	20,0 „
In Kalihydrat lösliche Kieselerde	26,7 Proc.
Nicht angegriffene erdige Theile	26,8 „

Das Lager des bituminösen Schiefers bei Messel, dort auch Braunkohle genannt, besitzt eine Ausdehnung von etwa 60 m im Quadrat und bildet ungefähr die Form eines Kegels, dessen Höhe etwa 150 m beträgt. Mit der Ausbeutung dieses Lagers ist ausschließlich die Gewerkschaft Messel, Grube Messel bei Darmstadt, beschäftigt. — Man muß beim Abbau drei Sorten von Schiefer unterscheiden: 1. bituminösen Schiefer, der zum Schweelen benutzt wird; 2. minderwerthigen, der nur als Feuerungsmaterial geeignet ist, und 3. solchen, der, eine grünliche schieferige Thonmasse darstellend, als unbrauchbar keine Verwendung findet. Der Abbau geschieht durch Tagebau mit Kettenbahn,

---

[1]) Mills, Destructive Distillation, p. 38. — [2]) Wurtz, Dictionnaire de Chimie, p. 638. — [3]) Simonin, Ann. du génie civil 1867, p. 533.

wobei in sehr zweckmäßiger Weise der Lagerung des Flötzes Rechnung getragen worden ist. Die Fördereinrichtung wird von zwei Gasmotoren zu 30 Pferdekräften betrieben, wobei schon hier besonders hervorgehoben zu werden verdient, daß dazu Schweelgas benutzt wird.

Die Zusammensetzung des schweelfähigen Schiefers bei Messel ist im Durchschnitt folgende:

40 bis 45 Proc. Wasser,
6 „ 10 „ Theer (als Rohöl bezeichnet),
40 „ 50 „ Rückstand.

III. Der Torf.

Der Torf, den man als eine Vorstufe der Braunkohle betrachten kann, ist sehr verbreitet und findet sich fast in allen Ländern, besonders im Norden der Erdtheile, während er im Süden in geringerer Ausdehnung auftritt. Er wird noch jetzt durch freiwillige Zersetzung von Pflanzen in Mulden mit stehendem Wasser gebildet. Er ist gleich der Braunkohle eine schichtenbildende Gebirgsart, die meist mit Mineralstoffen, wie Sand, Lehm, Thon, Kalk, Eisenkies u. s. w., gemischt ist.

Man unterscheidet reifen und unreifen Torf, die erste Sorte ist im nassen Zustande schlammig, teigartig und klebrig und im trockenen Zustande pechartig; sie zeigt nur wenige verkohlte Pflanzenreste und wird Torfkohle oder Specktorf genannt; die zweite Sorte dagegen besteht aus mehr oder weniger deutlich erkennbaren Pflanzenresten und ist unter dem Namen Moos-, Haiden-, Schilf- und Wurzeltorf bekannt.

Die Entstehung.

Die Torfbildung beginnt nach Heer[1]) mit dem Auftreten der Algen im stehenden Wasser, diesen folgen die Schlauchkräuter und am Grunde gedeihen dann Laichkräuter, während vom Ufer aus das Schilfrohr, Binsen und Wollgräser sich verbreiten und allmälig die ganze Wasseroberfläche zuschließen. So wird der Sumpf durch die abgestorbenen Gewächse im Laufe der Zeit ganz von vegetabilischen Massen erfüllt, Torfmoose entziehen dem Boden das Wasser und halten die Oberfläche feucht, auf der sich noch andere Moorpflanzen, wie Fieberklee und Moosbeere, ansiedeln. Auf dem nun geschlossenen Grunde wachsen dann Bäume, hauptsächlich die Birke, seltener die Föhre. Sind diese größer geworden, so bietet ihnen der weiche Boden keinen Halt mehr, sie fallen um und vertorfen.

Die Torfbildung kann auch in umgekehrter Reihenfolge der Vegetation vor sich gehen. Wenn der Abfluß des Wassers aus dem Walde gehemmt ist, so wird sich ein Sumpf bilden, Wasserpflanzen und Waldmoose werden entstehen, der Boden wird allmälig gelockert, die Bäume sterben ab, fallen um und

[1]) Schädler, Die Technologie der Fette und Oele der Fossilien, S. 77.

der Waldboden wird in Torfboden verwandelt. So ist es erklärlich, daß auf dem Grunde mancher Torfmoore Eichen, Buchen und Tannen liegen.

Der Torf ist das erste Stadium der Zersetzung der Pflanzensubstanz, er enthält neben der sich entwickelnden Kohle noch Humusreste, wie gebundenes Ammoniak. Er wird stets an seiner Bildungsstätte gefunden und die bitumenreicheren Antheile sind nicht getrennt von dem übrigen Torf. In diesen zwei Punkten unterscheidet sich sein Vorkommen von dem der Braunkohle.

Die Zusammensetzung.

Je nach dem Alter des Torfes ist auch seine elementare Zusammensetzung verschieden. Alter Torf besteht [1]) nach Abzug von Wasser und Asche aus:

C	60 Proc.
H	6 „
O	32 „
N	1 bis 2 „

junger Torf dagegen aus:

C	53 Proc.
H	6,1 „
O	39,4 „
N	1 bis 2 „

Von Schädler werden folgende Analysen der Torfsubstanz nach Knapp und Scheerer angegeben:

C . . .	59,10 Proc.	60,63 Proc.
H . . .	5,83 „	6,04 „
O . . .	35,17 „	33,33 „

Der Aschengehalt schwankt zwischen 2 und 40 Proc. und die Asche besteht aus Kieselsäure, Phosphorsäure, Kalk, Magnesia, Thonerde, Eisenoxyd, Kali und Natron [2]).

Das specifische Gewicht des rohen getrockneten Torfes hängt von seinem Aschengehalt, seinem Alter, sowie von der Tiefe seines Lagers ab und kommen daher bei den verschiedenen Sorten folgende Schwankungen vor:

Moostorf	0,213 bis 0,263
Junger brauner Torf	0,246 „ 0,676
Sumpftorf	0,410 „ 0,902
Specktorf	0,639 „ 1,300

Der Stickstoffgehalt ist noch höher als der der Steinkohlen, er ist theils auf das Absorptionsvermögen des Torfes für Stickstoff zurückzuführen, theils rührt er von den animalischen Wesen her, die in Torfmooren lebten und mit der Vegetation untergegangen sind. Mulder [3]) fand, daß der Stickstoff mit

[1]) Peruz, Die Industrie der Mineralöle, S. 52. — [2]) Ausführlich bei Schädler, Technologie der Fette und Oele der Fossilien, S. 182. — [3]) Ebend. S. 180.

einer organischen Säure verbunden als huminsaures Ammoniak im Torfe vorkäme. Hermann[1]) entdeckte darin einen Körper, den er Nitrolin nannte und dessen Zusammensetzung durch die Formel $C_{28}H_{48}N_5O_{13}$ ausgedrückt wird.

Die trockene Destillation des Torfes liefert im Durchschnitt:

Theer	2 bis 6 Proc.
Wasser	25 „ 45 „
Koks	30 „ 40 „
Gas und Verlust . .	5 „ 15 „

Es giebt auch noch bessere Torfsorten, die 8 bis 9 Proc. Theer ergeben bei einem Wassergehalt von 35 bis 40 Proc. Man kann im Allgemeinen annehmen, daß, je älter der Torf ist, je mehr Kohlenstoff und Wasserstoff im Verhältniß zum Sauerstoff vorhanden ist, desto größer die Theerausbeute sein wird.

IV. Der bituminöse Asphalt.

Die Entstehung.

Der bituminöse Asphalt muß als der Rückstand eines Erdöls betrachtet werden, dessen flüchtige Antheile verdunstet sind. Strippelmann[2]) schreibt die Entstehung des Bentheimer Asphalts eruptiven Kräften zu, durch die die im Erdinnern angesammelten Kohlenwasserstoffgase emporgerissen wurden; bei der Abkühlung sammelten sich die verdichteten schweren Kohlenwasserstoffe und bildeten den Asphalt. Bei dieser Annahme stützt er sich auf eine mit A. Stoppani vorgenommene geologisch-bergmännische Untersuchung des Bitumenvorkommens in Italien.

Die Zusammensetzung.

Der bituminöse Asphalt von Bentheim (Hannover) ist von Engler[3]) untersucht worden. Sein specif. Gewicht beträgt 1,092 und die Elementaranalyse ergab:

C	89,4 Proc.
H	9,71 „
Asche	1,11 „

Im Kleinen wurde bei der Destillation erhalten:

	ohne Wasserdampf	mit Wasserdampf
Theer	38 Proc.	41,4 Proc.
Koks	48 „	43,5 „
Gas und Verlust . . .	14 „	15,6 „

Die Versuche im Großen sind, an Engler's Untersuchung sich anlehnend, von Grotowsky ausgeführt worden, und zwar lieferte die Destillation des

[1]) Schädler, Technologie der Fette und Oele der Fossilien, S. 180. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 250, 221. — [3]) Ebendaselbst S. 228.

Asphalts in einer gußeisernen Blase (50 kg) und in einer gußeisernen Retorte (600 kg):

Theer	34,5 Proc.	28,66 Proc.
Koks	45 „	46,09 „
Verlust (Gas u. Wasser)	20,5 „	25,25 „

Da bei dem ersten Versuche eine kleinere Menge Asphalt angewandt worden ist, so ist die Differenz der Theerausbeuten erklärlich, denn es ist eine allgemein beobachtete Thatsache, daß im Großbetriebe, also hier beim zweiten Versuche, eine geringere Ausbeute erzielt wird, als beim Schweelen kleinerer Mengen [1]).

Es sind verschiedene bituminöse Asphaltsteine noch untersucht worden und wurde im Durchschnitt 10 bis 12 Proc. Bitumen darin gefunden [2]).

Die Prüfung des bituminösen Rohstoffes.

Zur Bewerthung aller bituminösen Materialien, sei es Kohle, Schiefer oder Torf, ist nur die Destillation maßgebend, die sich der Aufarbeitungsmethode des Großbetriebes anschließt. Durch Extraction und Verseifung des bituminösen Stoffes erhält man keinen Anhalt über seine Bedeutung für die Schweeltheerindustrie.

Um die Analyse [3]) im Laboratorium vorzunehmen, bedient man sich einer Retorte aus schwer schmelzbarem Glase von langgestreckter Form (Fig. 1), in die das möglichst gut zerkleinerte Material gebracht wird, das den Durchschnitt des ganzen darstellen muß. Die Retorte hat einen Fassungsraum von 150 bis 200 ccm und muß die angegebene Form besitzen, damit die Theerdämpfe bei niedriger Steighöhe keine wesentliche Zersetzung erleiden. Der Hals der Retorte ist durch einen Kork mit einer kleinen cylindrischen Vorlage verbunden, deren Gasentbindungsrohr in demselben Korke neben dem Retortenhalse eingefügt ist und in feiner Spitze endigt. Die Vorlage hat einen Fassungsraum von 200 bis 250 ccm und ist 3 bis 3,5 cm weit und 15 bis 20 cm hoch. Sie muß während der Analyse gekühlt werden. Der Apparat ist so aufgestellt, daß die Retorte auf einem Dreifuß mit nach innen gehenden Spitzen ruht und mit einem Blechhelm bedeckt ist; der Retortenhals führt in schwacher Neigung in die ebenfalls geneigte Vorlage.

Fig. 1.

An Stelle dieser beschriebenen Einrichtung kann man natürlich auch, ohne das Resultat zu beeinträchtigen, andere treten lassen; so kann die Retorte kleiner sein, oder durch ein Rohr aus Glas oder Eisen [4]) ersetzt werden und die Vorlage

[1]) Vergl. S. 33. — [2]) Zinken, Geologie, S. 163, 166, 167, 171, 181 und 195. Thenius, Dingl. polyt. Journ. 158, 379. — [3]) Engler, Chem.-techn. Analyse von Post, S. 243. — [4]) J. Attfield, Chemical News 1866, Nr. 352, p. 98. Deutsche Ind.-Ztg. 1866, S. 503.

kann eine andere Form annehmen. Wir haben den einen Apparat genauer beschrieben, weil er in den Laboratorien der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie allgemein benutzt wird, bequem zu handhaben ist und stets gute Vergleichsresultate liefert. Nach Beschickung der Retorte, wozu in der Regel 20 oder 50 g genommen werden, wird mit kleinerer Flamme angeheizt, allmälig stärker erhitzt, und, nachdem die höchste Temperatur erreicht ist, nach und nach die Flamme verkleinert, damit die Retorte langsam abgekühlt wird und nicht springt, was bei unvorsichtigem Arbeiten sehr leicht geschehen kann. Der Gang der Destillation ist normal, wenn die aus dem Entbindungsrohr entweichenden Gase nicht oder nur mit sehr kleiner Flamme brennen, im anderen Falle geht die Destillation zu schnell, es tritt größere Zersetzung auf und die Theerdämpfe haben nicht genügend Zeit, sich zu verdichten. — Eine so vorgenommene Schweelanalyse dauert fünf bis sechs Stunden; von anderen Fachgenossen werden die Analysen in viel kürzerer Zeit, zwei bis drei Stunden, ausgeführt, doch werden dann die angeführten Uebelstände auftreten. Der Rückstand des bituminösen Materials, von der Schweelkohle unter dem Namen Grudekoks bekannt, muß natürlich frei von Bitumen sein, wovon man sich durch die Verbrennung auf dem Platinblech leicht überzeugen kann [1]). Das Destillat, der Theer, ist zum Theil in dem Halse der Retorte schon condensirt worden, von wo er mechanisch und durch Aufschmelzen mit dem in der Vorlage vereinigt wird; dann wird die Vorlage mit heißem Wasser gefüllt, und der Theer muß in einem zusammenhängenden Kuchen auf dem Wasser schwimmen; geschieht dies nicht, so wird das Wasser mit Schwefelsäure schwach angesäuert, was bei schweren Theeren meist nöthig ist. Nach dem Erkalten des Theerkuchens wird das Wasser abgegossen und die Vorlage mit dem Theer an der Luft getrocknet. Zur Berechnung der Analyse hat man folgende Gewichte festgestellt:

1.	Leere Retorte	A.
2.	„ Vorlage	B.
3.	Retorte + Rückstand	C.
4.	Vorlage + Gesammt-Destillat	D.
5.	Vorlage + Theer.	E.

Der Wassergehalt des geschweelten Stoffes ist demnach gleich D — E, der Rückstand gleich C — A und die Theerausbeute gleich E — B. Bei der Analyse der Schweelkohle wird das Resultat der Theerausbeute stets auf einen bestimmten Wassergehalt, 55 Proc. (Grubenfeuchtigkeit), umgerechnet und diese Zahl, die theoretische Ausbeute, noch auf den Großbetrieb bezogen, wofür man 60 bis 70 Proc. der theoretischen Ausbeute, je nach den Betriebsverhältnissen, annimmt.

Stehen größere Mengen des zu untersuchenden Materials zur Verfügung und soll zugleich der Theer einer Untersuchung unterworfen werden, so benutzt man Apparate, die den liegenden Retorten des Großbetriebes nachgebildet sind und worin einige Kilogramme geschweelt werden können. Die Condensationen bestehen aus einem Rohrsystem und kann man nur Luftkühlung oder zum Theil

[1]) Vergl. Capitel IV.

Wasserkühlung benutzen. Um die Analyse dem Großbetriebe möglichst anzupassen, kann man noch größere Versuchsapparate anwenden, in denen 1 bis 2 hl auf einmal geschweelt werden können.

Die Schweelanalysen werden ausgeführt, um den Großbetrieb zu controlliren, und vor allem um neuerbohrte Kohlenlager auf ihren Werth zu prüfen. Es wird in dem sächsisch-thüringischen Braunkohlenbetrieb in der Regel angenommen, daß eine Schweelkohle, deren Verarbeitung sich lohnt, als Theerausbeute für den Betrieb mindestens 5 Proc. ergeben muß. Kohlen mit einer Ausbeute über 10 Proc. werden jetzt nur noch selten und Phropissit wird gar nicht mehr gefunden. Früher bestimmte man die Theerausbeute nach Pfunden, die eine Tonne Schweelkohle (2,198 hl) gab. In der neuesten Zeit finden wir oft die Theermenge in Kilogrammen angegeben, die 1 hl Schweelkohle liefert, so in den Geschäftsberichten verschiedener Actien-Gesellschaften der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie. — Den Theer aus der Glasretorte kann man nicht mit dem des Betriebes vergleichen[1]), denn ersterer ist stets specifisch bedeutend schwerer und enthält mehr saure Körper, was auf die größere Zersetzung des Bitumens zurückzuführen ist. Man wird nie im Betriebe eine dem Resultate der Glasretorte gleiche Ausbeute erzielen, denn die Güte des Theeres verbessert sich da auf Kosten der Theermenge.

Daher geben die Laboratoriumsversuche nur Vergleichswerthe. In diesem Sinne ist die oben erwähnte Reduction (60 Proc.) aufzufassen. Früher ist dieser Umstand nicht genügend berücksichtigt worden, und hat die Schweeltheerindustrie der Provinz Sachsen oft Angriffe erdulden müssen wegen der hohen Verluste, die beim Schweelverfahren im Vergleich mit dem Ergebniß der Glasretorte auftraten.

Der Wassergehalt des Rohmaterials, sei es Kohle oder ein anderer bituminöser Körper, wird in der üblichen Weise festgestellt durch Trocknen bei einer Temperatur von 100 bis 110° bis zum constanten Gewicht. Diese Bestimmung auszuführen, hat selten praktischen Werth.

---

[1]) Schliephacke, Zeitschr. für die Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlentheerindustrie 1876, S. 34. Krey, Die Mineralöl- und Paraffinfabriken der A. Riebeck'schen Montanwerke, gewidmet den Theilnehmern des vierten allgemeinen deutschen Bergmannstages zu Halle a. S. 1889.

Drittes Capitel.

Die Schweelapparate und der Schweelereibetrieb.

Der in den Mineralöl- und Paraffinfabriken verarbeitete Theer kann, wie wir gesehen haben, durch die trockene Destillation verschiedener Materialien gewonnen werden, von denen aber nur wenige durch ihre ausgedehnte Verbreitung und ihre lohnende Ausbeute Veranlassung gegeben haben, den Großbetrieb einzurichten. In der Provinz Sachsen wird jetzt die Schweelkohle, in Hessen, Schottland und in geringer Menge auch noch in Frankreich der bituminöse Schiefer destillirt, früher wurde auch in Böhmen Schweelkohle, in Württemberg und am Rhein bituminöser Schiefer und Blätterkohle und an verschiedenen Stellen Deutschlands, so am Harz, und in Schottland und Irland, der Torf geschweelt. In neuerer Zeit ist die Verarbeitung des Torfes auf Theer wieder aufgenommen worden, und hat sich in Aschersleben ein Bureau für Torfverwerthung nach dieser Richtung gebildet [1]). Da die Rohmaterialien in ihrer Zusammensetzung und in ihren Eigenschaften sehr verschieden sind, erfordern sie auch abweichende Einrichtungen zur Destillation, und so kommt es, daß wir fast in jedem einzelnen Industriezweige andere Schweelapparate finden.

Das Schweelverfahren.

Für die Durchführung des Schweelverfahrens selbst bei ganz gleichmäßigem Material ist große Aufmerksamkeit und Erfahrung nöthig, denn es ist eine bekannte Thatsache, daß man durch Aenderung der bei einer trockenen Destillation anzuwendenden Temperatur zu ganz verschiedenen Producten gelangt. Bei höherer Temperatur tritt stärkere Gasentwickelung auf, die Gase sind specifisch leichter und enthalten viel freien Wasserstoff und leichte Kohlenwasserstoffe, ein Theil der festen Kohlenwasserstoffe wird bei der secundären Zersetzung in flüssige verwandelt und diese sind reich an aromatischen Verbindungen, wie Benzol und seine Homologen, Naphtalin und andere. Bei zu niedriger Temperatur dagegen enthalten die auftretenden Gase viele schwere Kohlenwasserstoffe, wie Aethylen und Acethylen, das Bitumen wird nicht vollständig zersetzt, wir haben in den flüssigen und festen Producten keine aromatischen, sondern nur Kohlenwasser-

[1]) Die vor Kurzem gegründete internationale Gesellschaft für Torfverwerthung in Oldenburg i. Gr. scheint denselben Zweck zu verfolgen.

ſtoffe der Fettreihe, höhere Homologen des Methans und des Aethylens; außerdem bleibt bei ſehr niedriger Temperatur viel Kohlenſtoff als Koks im Rückſtande.

Eine weitere Schwierigkeit in der Leitung des Schweelproceſſes liegt darin, die Heizung ſo auszuführen und die Apparate ſo zu bauen, daß alle Theile des Schweelmaterials in den einzelnen Stadien der Deſtillation einer gleichen Hitze ausgeſetzt ſind. Man ſchweelt ſo, daß das Material zunächſt nur mäßige Hitze erhält, die ſich allmälig ſteigert und ſchließlich ſo hoch werden muß, daß die letzten Reſte des Bitumens ausgetrieben werden.

Der Theer einer gut geleiteten Schweelerei muß möglichſt frei von aromatiſchen Kohlenwaſſerſtoffen ſein — ganz ſind ſie nie zu vermeiden — und muß unter den feſten Kohlenwaſſerſtoffen einige Procente unzerſetztes oder nur unvollkommen zerſetztes Bitumen enthalten [1]).

Unter den Umſtänden iſt man ſicher, daß die Schweeltemperatur nicht zu hoch und der reiche Gehalt an feſten Paraffinen bürgt dafür, daß ſie auch nicht zu niedrig war, während man bei einem Theer, der kein Bitumen [2]), ſondern nur feſte Paraffine enthält, nicht beſtimmt weiß, ob die Schweeltemperatur die richtige war, ſondern auch annehmen kann, daß ſie zu hoch geweſen iſt. Zweckmäßiger erſcheint es, eher die Temperatur etwas niedriger zu halten als zu hoch, denn das unzerſetzte Bitumen des Theers gewinnt man bei deſſen Deſtillation ſicher als Kohlenwaſſerſtoffe, während man bei hoher Temperatur leicht Gasverluſte hat. Ferner iſt noch hervorzuheben, daß die richtige Temperatur beim Schweelverfahren innezuhalten auch wichtig iſt für die Haltbarkeit der Apparate. Dieſe werden dann länger im Betriebe bleiben als bei zu ſtarker Beheizung.

Von den zur Deſtillation von bituminöſen Rohſtoffen benutzten Apparaten kann man drei Arten unterſcheiden: 1. horizontal liegende, 2. rotirende und 3. vertical ſtehende.

Die wagerecht liegenden Schweelretorten.

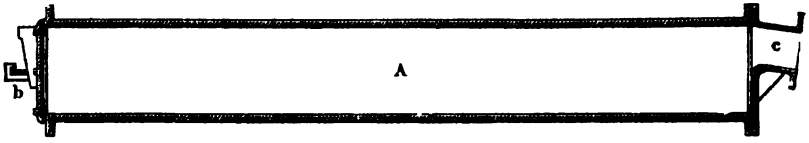
Die Form der Horizontalretorte iſt nach Vohl und Wagenmann [3]) im Querſchnitt eine liegende ⌓ Form, ihre Maße ſind 2,5 m lang, 78 cm breit und 31 bis 34 cm hoch. Der Boden hat 4 cm, der Bogen 2,6 cm und die Seitenwände haben 3,3 cm Eiſenſtärke. Um Raum bei den einzelnen Oefen zu ſparen, hatte Wagenmann in der Auguſtushütte bei Bonn eine Retortenbatterie hergeſtellt, die aus acht im Kreiſe um einen Kamin gruppirten Oefen, jeder für zwei Retorten, beſtand. Die Feuergaſe traten aus dem einen in den anderen Ofen, und wurde ſo an Brennmaterial geſpart. — Hübner [4]) und Unger [5]) gaben der gußeiſernen Retorte eine ovale Form von 2,5 bis 3,14 m Länge, 70 bis 78 cm Breite und 39 cm Höhe. Die ovale Form der Retorte hat ſich am beſten bewährt, weil ſie dem nachtheiligen Einfluß ungleichmäßiger Spannung am eheſten widerſteht, und die Retorte, wenn ſie auf der unteren

[1]) Scheithauer, Jahresber. des Techn.-Vereins der ſächſ.-thür. Mineralölinduſtrie 1889, S. 9. — [2]) Schumann, ebendaſelbſt S. 4. — [3]) Dingl. polyt. Journ. 135, 138; 139, 216. Oppler, Handb. der Fabrikation der mineraliſchen Oele, S. 65. — [4]) Dingl. polyt. Journ. 146, 211. — [5]) Ebend. 150, 130.

Seite stark vom Feuer angegriffen ist, umgedreht und weiter benutzt werden kann. Neben diesen gebräuchlichsten Formen der horizontal liegenden Retorte sind aber besonders am Anfang der Theerfabrikation noch andere Retortenformen zur Anwendung gekommen. So benutzte man z. B. in den Schweelereien Sommersdorf und Aschersleben kleine niedrige viereckige Retorten aus Gußeisen, die in zwei bis drei Etagen in die Destillationsöfen eingelegt waren und an die Einrichtung der Knochenbrennerei erinnerten [1]). An anderen Orten waren Thonretorten eingemauert, die denen der Gasanstalten ähnlich waren.

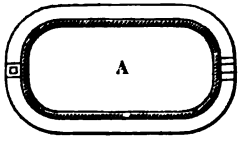
Am meisten arbeitete man mit den Retorten von ovalem Durchschnitt Mit diesen wurde Torf, bituminöser Schiefer und Braunkohle geschweelt. In den Schweelereien der Provinz Sachsen sind sie seit den 70 er Jahren fast vollständig von den stehenden verdrängt worden. Nur in der Fabrik Köpsen bei Weißenfels a. S. sind noch einige liegende Retorten im Betriebe, die aber, sobald sie unbrauchbar geworden sind, durch keine neuen ersetzt werden [2]), so daß sie in einigen Jahren ganz aus der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie verschwunden sein werden. Im Nachstehenden werden diese Retorten eingehend

Fig. 2.



beschrieben werden [3]). Sie besitzen die in Fig. 2 und 3 verdeutlichte Form (*A*) und Einrichtung. Sie bestehen aus Gußeisen, haben eine Länge von 2,5 bis 3 m, gewöhnlich 2,6 m, eine Breite von 70 bis 80 cm, gewöhnlich 73 cm, eine Höhe von 36,5 cm und eine Wandstärke von 3,3 bis 4 cm. Das eine Ende wird mit einer Thür oder einem abnehmbaren Deckel *b* mit Riegel und Keilverschluß geschlossen, am anderen Ende dagegen sitzt der Rohrstutzen *c*, durch den die Theerdämpfe abziehen. Das Abzugsrohr ist von rundem, oder besser von ovalem Querschnitt, 21 cm breit und 13 cm hoch, die zuletzt erwähnte Form ist die vortheilhaftere, weil da der Stutzen weiter oben ansetzt und die Kohlen oder der Koksstaub beim Füllen und Entleeren der Retorte weniger leicht dahin fallen können.

Fig. 3.

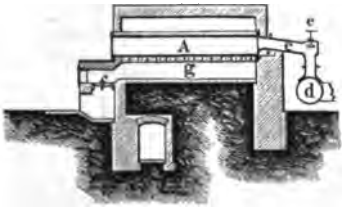


Je nachdem zwei oder eine größere Anzahl, 10 bis 12, Retorten auf je einer Feuerung liegen, unterscheidet man Zweiersystem und Batterieofen. Ein Schweelofen des Zweiersystems ist in Fig. 4 im Längsschnitt, in Fig. 5 im Querschnitt (längs durch eine Retorte) und in Fig. 6 (S. 38) in verschiedenen Schnitten des Grundrisses zur Anschauung gebracht. Je zwei Retorten *A* und *B* liegen auf einer gemeinsamen Feuerung, was gegen die Batterieöfen den

[1]) Bohl, Dingl. polyt. Journ. 162, 381. — [2]) Privatmittheilung. — [3]) Grotowsky, Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, Lief. 6.

Vortheil bietet, daß alle Retorten ziemlich gleichmäßig erhitzt sind, also auch gleichmäßig und voller beschickt werden können und länger im Betriebe bleiben. Eine Retorte hält in der Mineralölfabrik Köpsen bei Weißenfels a. S. ungefähr zehn Jahre und kann beim Zweiersystem um $^1/_9$ mehr beschickt werden, als beim Batterieofen. Ein anderer Vortheil dieses Systems liegt darin, daß bei der Erneuerung einer Retorte und bei Reparaturen immer nur zwei Retorten außer Betrieb gesetzt werden müssen. — Das Feuer zieht vom Roste *f* aus zunächst unter der auf einem Schlitzgewölbe *g* ruhenden Retorte *A* hinweg, von da unter die Retorte *B* mit etwas weiterem Schlitzgewölbe, durch *h* in die Höhe und durch die Züge *z*, *z* über *B* zurück, dann über *A* in den Zugcanal *i*, der nach dem Schornstein führt.

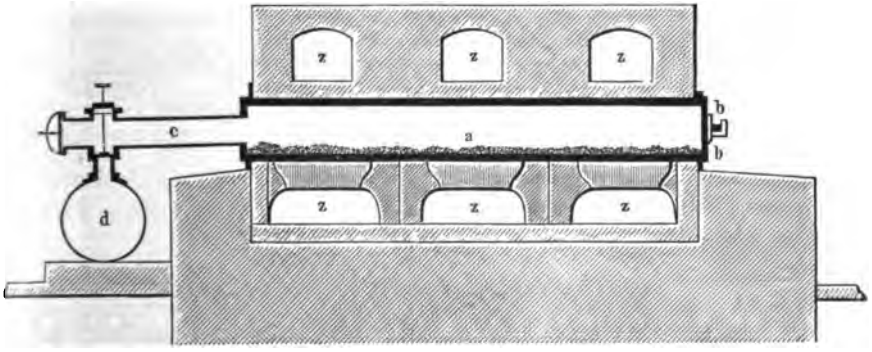
Fig. 4.



An die Retorten schließen sich die Rohre *C* an, durch die die Theerdämpfe abgeleitet werden und von denen sie durch das Sperrventil *e* in das Vorlagerohr *d* und von da in die Condensationsvorrichtungen gelangen; je zehn Retorten haben gewöhnlich ein gemeinsames Vorlagerohr.

Die Beschickung geschieht durch Einwerfen oder Einschieben der Schweelkohle und wird diese in möglichst gleichmäßiger, 6 bis 10 cm hoher Schicht auf

Fig. 5.

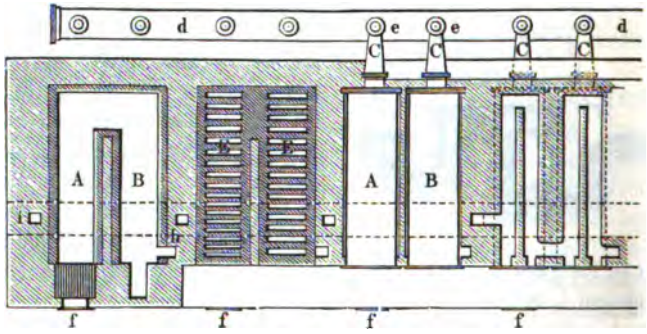


dem Boden ausgebreitet, dabei muß das Ventil *e* geschlossen sein, um das Eintreten von Luft zu den Schweelgasen der anderen Retorten und der Vorlage zu verhindern, was sonst zu Explosionen führen könnte. Es wird mit genäßter Braunkohle gefeuert auf Planrosten mit 0,3 bis 0,4 qm Fläche für die Retorte, und rechnet man zum Abschweelen von 1 hl grubenfeuchter Schweelkohle 0,8 bis 1,0 hl Feuerkohle. Nach Beendigung des Schweelvorganges wird der Rückstand, Grudekoks, mit Krücken aus der Retorte entfernt. Bei einer Retorte von 2,6 m Länge, 73 cm Breite und 36,5 cm Höhe können in 24 Stunden

4,4 bis 4,6 hl Kohle in Chargen von acht zu acht Stunden, also in dreimaliger Neufüllung abgeschweelt werden.

Der Schweelproceß wird durch Umrühren der Kohle unterstützt. Dies geschieht mit einer eisernen Krücke, die durch ein kleines Loch des vorderen

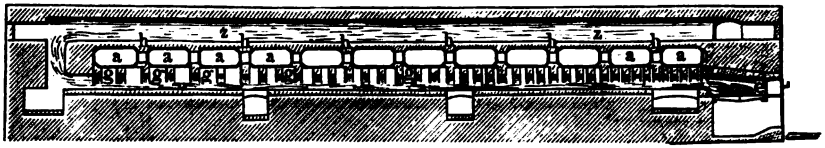
Fig. 6.



Retortenverschlusses in die Retorte eingeführt wird. Grotowsky[1]) fand, daß dadurch die Theerausbeute um 10 bis 15 Proc. erhöht, das specifische Gewicht des gewonnenen Theers erniedrigt und der Theer daher werthvoller wurde.

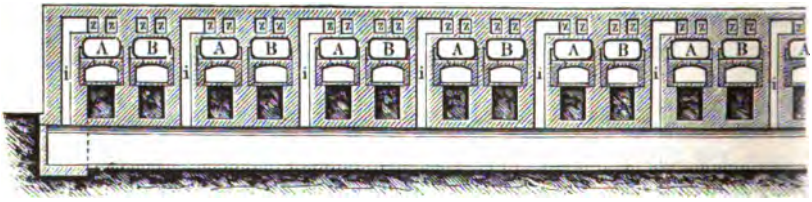
Bei den Batterieöfen werden 12 bis 20 Retorten *A*, *B*... in der durch Fig. 7 und 8 verdeutlichten Anordnung von drei am Ende der Batterie

Fig. 7.



neben einander liegenden Feuerungen aus, Längsfeuerung, erhitzt. Die Feuergase ziehen unter dem sich mehr und mehr erweiternden Schlitzgewölbe *g*, *g*...

Fig. 8.



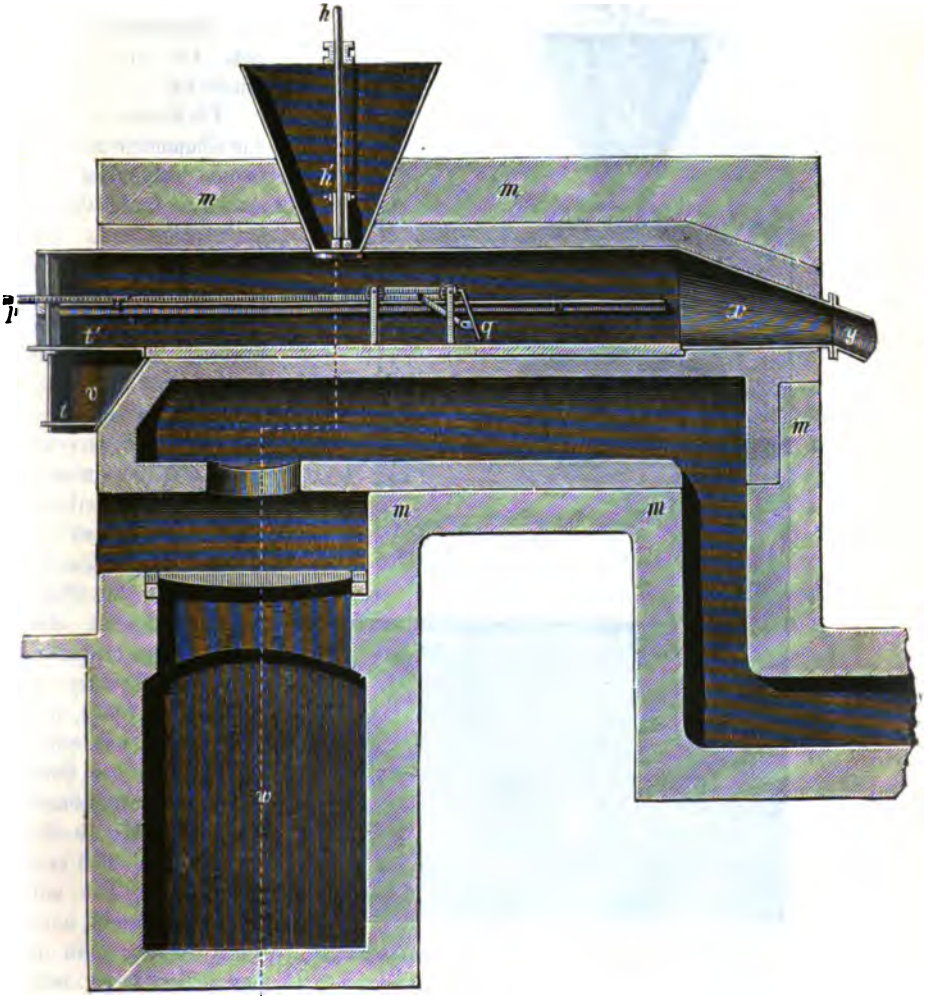
durch die Canäle *z*, *z*..., zuerst unter den Retorten, dann in umgekehrter Richtung darüber hin, um schließlich durch *i* nach dem Schornstein zu entweichen. Die obere Seite der Retorten ist bei *h*, *h*... durch drei Lagen Mauersteine

[1]) Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, 363.

geſchützt. Die Beſchickung und die Arbeitsmethode iſt dieſelbe wie bei dem Zweierſyſtem. Als Vortheil der Batterieöfen wird die geringe Arbeit beim Bedienen der Feuerung angeführt, ihre Nachtheile ſind ſchon früher hervorgehoben worden.

Die Bauart der Condenſationen muß ſo getroffen ſein, daß die Theerdämpfe leicht dahin entweichen können. Sie beſtehen aus einem Syſtem von

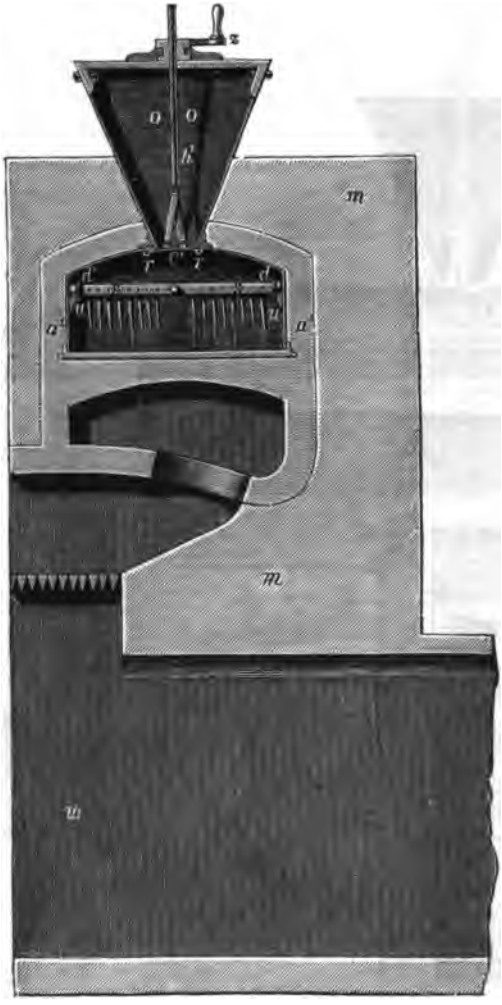
Fig. 9.



ſtehenden Röhren, die auf zwei Kaſten ruhen, in denen ſich die Theerdämpfe, durch Luftkühlung condenſirt, ſammeln. Eine liegende Retorte erfordert mindeſtens 25 bis 30 qm Kühlfläche.

Der größte Uebelstand der liegenden Retorten ist die Unterbrechung nach der Beendigung einer Charge. Um dem abzuhelfen, construirte zuerst **Perutz**[1]) eine liegende Retorte mit continuirlichem Betriebe und arbeitete in der Fabrik Wilhelmshütte bei Aschersleben damit. Jeder Ofen enthielt dort drei Retorten und die ganze Retortenanlage 17 Oefen, also 51 Retorten, die in zwei Etagen geordnet waren. Fig. 9 (a. v. S.) stellt eine solche Retorte im Längsschnitt und Fig. 10 im Querschnitt dar.

Fig. 10.



Die Retorte $a^1 a^1$ ist aus Chamottesteinen gemauert und innen mit einer 1 cm starken Eisenhülse ausgefüttert. So soll die größte Haltbarkeit und die vortheilhafteste Arbeit erzielt werden, denn einmal schützt der Chamottemantel die eiserne Einlage vor dem directen Feuer und zum anderen soll durch die eiserne Hülse der Uebelstand der Chamotteretorte, Durchlässigkeit für die Gase, vermieden werden. Um die Retorte zu beschicken, wird der Trichter *o*, der etwa 2 hl faßt, mit Kohle gefüllt und durch die Kurbel *s* das Ventil *c'* geöffnet, durch das die Kohle in die Retorte fällt. Mit dem Rührwerk *s*, das mit Zinken versehen ist, wird die Kohle, die man in drei Portionen dem Trichter entnimmt, gleichmäßig auf dem Retortenboden vertheilt. Ist der Trichter leer, so wird das Ventil *c'* fest zugeschraubt und der Trichter zur

[1]) Perutz, Die Industrie der Mineralöle, S. 124.

nächsten Charge gefüllt. Nachdem die Destillation, die 10 bis 12 Stunden dauert, beendet ist, wird die Klappe *q* durch die Rührstange *p* niedergezogen, so daß das Rührwerk als Krücke dienen kann. Dann wird der Schieber *t'* geöffnet und der Koks in den Kasten *v* gezogen, aus dem er durch Oeffnen des unteren Schiebers *t* entfernt wird, nachdem *t'* geschlossen ist. *d d'* sind Walzen, auf denen das Rührwerk läuft, *u u'* die Schienen für diese Walzen, *h'* ist die Ventilstange und *m* das Mauerwerk. Durch *y* ziehen die Theerdämpfe nach der Condensation und *x* stellt das hintere Ende der Retorte vor.

Noch vollkommener erfüllt die Bedingungen eines continuirlichen Betriebes der von J. Dougan[1]) construirte Apparat, der ihm für England patentirt wurde. Es ist eine cylindrische eiserne Retorte, die mit einem Mantel aus Chamottesteinen umgeben ist. Die Feuergase ziehen von der Feuerung, die sich am Ende der Retorte befindet, durch spiralförmige Canäle, die durch Scheidewände getrennt sind, um die Retorte. Dann treten sie in ein Rohr, das die Axe der Retorte bildet, und von da entweichen sie nach dem Schornstein. Die Axe der Retorte trägt an ihrer Außenseite eine Schraubenfläche. Diese schiebt, indem die Axe in Umdrehung gesetzt wird, die an dem einen Ende der Retorte eingefüllte Kohle langsam nach dem anderen Ende. Die Drehung der Axe wird durch ein Zahnrad und eine Schraube ohne Ende bewerkstelligt. Um die Retorte mit der Kohle zu füllen, ist über dem einen Retortenrande ein halber Cylinder fest angebracht, worin sich ein anderer Cylinder langsam dreht. Der feste Cylinder hat unter seiner ganzen Länge eine Oeffnung, durch die er mit dem Retortenraume in Verbindung steht. Der bewegliche Cylinder besitzt eine entsprechende Oeffnung. Wenn dieser eine solche Lage hat, daß seine Oeffnung oben ist, so wird er mit Kohle gefüllt, bei seiner Drehung in die entgegengesetzte Lage kommt er mit der Retorte in directe Verbindung und die Kohle fällt in diese. Am anderen Ende der Retorte befindet sich am Boden eine ähnliche Vorrichtung, mit der der Destillationsrückstand aus der Retorte geschafft wird. Wird die Kohle regelmäßig nachgefüllt, so soll man mit diesem Apparate ununterbrochen arbeiten können.

Außer den geschilderten horizontal liegenden Retorten mit continuirlichem Betriebe sind noch andere, das gleiche Ziel erstrebende, construirt worden, die aber keine Anwendung im Großbetriebe gefunden haben, da mit ihnen einmal die Kohle nicht genügend ausgeschweelt wurde, und zum andern der erzeugte Theer ein sehr hohes specifisches Gewicht besaß und daher minderwerthig war.

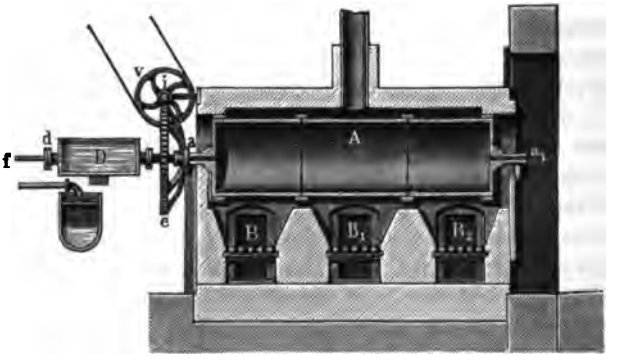
Die rotirenden Schweelretorten.

Die rotirenden Retorten sind in Deutschland niemals im Gebrauch gewesen. Sie wurden zuerst von dem Franzosen Gingembre bei der Leuchtgasgewinnung benutzt, aber wegen ihrer kostspieligen und complicirten Bauart

[1]) J. Dougan, London. Journ., June 1866, p. 229. Polyt. Centralbl. 1866, S. 1478.

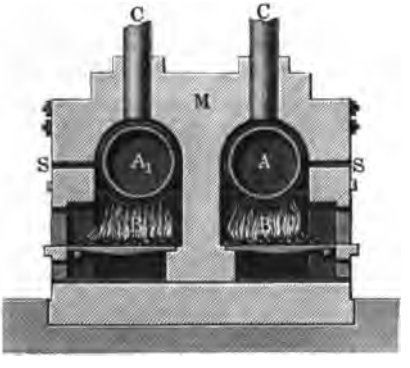
wieder aufgegeben [1]). Seit 1858 wurden mehrere Patente in den Vereinigten Staaten auf diese Art Retorten zur Gewinnung von Theer aus Kohlen, bituminösem Schiefer u. s. w. genommen. Das Princip der rotirenden Retorten besteht darin, daß die eisernen oder thönernen Retortencylinder an ihren Enden mit Zapfen versehen sind, die sich in Lagern drehen. Die Bewegung ist langsam

Fig. 11.



und regelmäßig und wird durch eine Dampfmaschine hervorgebracht. Dadurch soll das Material, das abwechselnd mit der Retortenwand in Berührung kommt, gleichmäßig erhitzt und in kürzerer Zeit als bei den feststehenden ausgeschweelt werden. Ein Nachtheil dieser Construction ist, daß die Kohle fast zu Pulver zermahlen, dieser Kohlenstaub leicht mit den Theerdämpfen fortgerissen wird und sich in der Condensation ansetzt.

Fig. 12.



Für leicht schmelzende Materialien, wie bituminöse Braunkohle oder Torf, sind diese Retorten nicht zu verwenden, da die geschmolzene Kohle an der Retortenwand festbackt.

Bakewell [2]) construirte eine um ihre Axe rotirende Retorte für bituminösen Schiefer u. s. w.

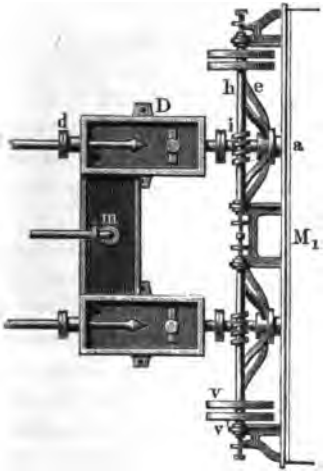
Ferner hat H. Lahore [3]) einen rotirenden Destillationsapparat in der Fabrik zu la Varenne bei Autun für bituminösen Schiefer angewandt, der sich vortrefflich bewährt haben soll. Seine Einrichtung wird durch die Figuren 11, 12 und 13 erklärt. Fig. 11 ist der Längsdurchschnitt durch die Mittellinie

---

[1]) Oppler, Handb. der Fabrikation mineralischer Oele, S. 79. — [2]) Polyt. Centralbl. 1860, S. 1104. — [3]) Génie industriel, Dec. 1862, p. 304. Dingl. polyt. Journ. 170, 104.

einer Retorte. Fig. 12 ist ein Querdurchschnitt des Apparates, der zwei Retorten enthält. Fig. 13 ist die obere Ansicht von einem Theile, der die Condensationsvorrichtungen und die Uebertragung der Bewegung auf die Retorten zeigt. Aus den Figuren ist zu ersehen, daß der Apparat zwei sich während des Schweelprocesses drehende Retorten *A* enthält, die in einem Ofen *M* liegen, dessen Wände im Innern aus feuerfesten Steinen bestehen. Die cylindrischen Retorten werden aus Eisenblech oder Gußeisen hergestellt und haben an ihren beiden Böden hohle Zapfen $a\,a_1$, die in Pfannen ruhen, die in den Seitenwänden des Ofens befestigt sind. Unter jeder Retorte befinden sich drei Heerde $B\,B_1\,B_2$, die so angeordnet sind, daß die Verbrennungsproducte erst den ganzen Ofen durchziehen und dann durch den Schornstein *C* entweichen, der in der Mitte des Ofengewölbes errichtet ist. Die Retorte wird durch ein in einem der Böden sich befindendes Mannloch gefüllt und entleert, dieser Oeffnung entsprechend ist auch in dem gegenüber liegenden Mauerwerk ein Loch gelassen.

Fig. 13.



Von den mit den Retortenböden aus einem Stück gegossenen hohlen Zapfen *a* und a_1 kann der eine a_1 entweder mit besonderen Apparaten in Verbindung gebracht oder durch einen Schraubenstöpsel dampfdicht geschlossen werden, während durch den anderen die entwickelten Theerdämpfe in ein Gefäß *D* abgeleitet und da durch Wasser theilweise verdichtet werden. Damit der Zapfen *a* bei der rotirenden Bewegung der Retorte nicht verstopft wird, hat man in dieser Leitung eine Art Kolben angebracht, den man von außen mit einer Stange *f* hin und her schiebt, die durch das Gefäß *D* und durch die daran befestigte Stopfbüchse *d* geht. Die Theerdämpfe werden von den beiden Gefäßen *D* erst nach einem beide verbindenden Zwischengefäß und dann in die Kühlgefäße zur völligen Verdichtung geleitet. Die Bewegung wird auf die Retorten durch zwei Schrauben ohne Ende *i* übertragen, die in Zahnräder *e* eingreifen, die auf dem Zapfen *a* jeder Retorte befestigt sind. Die Welle *h* einer jeden endlosen Schraube trägt zwei Scheiben $v\,v_1$, von denen die eine festsitzt, um die Bewegung zu übertragen, während die andere lose ist, um die Bewegung nach Belieben unterbrechen zu können. Die Transmissionsvorrichtung ist deshalb so angeordnet worden, um die Bewegung der einen Retorte von der der andern unabhängig zu machen, und um die Bewegung je nach der Beschaffenheit des Schweelmaterials verlangsamen zu können.

Die Beschickung jeder Retorte beträgt 5 bis 6 hl, und sie wird in 24 Stunden viermal frisch gefüllt.

Man kann sich der Meinung nicht verschließen, daß die liegenden Retorten nur noch historisches Interesse beanspruchen, und daß die Entwickelung der Schweeltheerindustrie zu den stehenden Schweelöfen geführt hat.

Die stehenden Schweelapparate.

Für geringwerthige bituminöse Materialien, wie Torf und manche Braunkohlenarten, war die Arbeit in den horizontalen Retorten zu kostspielig, denn die Bedienung erforderte viel Arbeitskräfte und der Verbrauch an Feuerungsmaterial war nicht gering. Man suchte daher nach einem Apparat, der ohne großen Aufwand an Arbeitskräften einen ununterbrochenen Betrieb und Ersparniß an Heizmaterial gestattete. Man construirte Schacht- oder Schweelöfen [1]), deren Princip zunächst denen der Koksöfen, die auch zur Gewinnung von Theer aus Kohlen in seltenen Fällen benutzt worden sind, gleich war. Ein solcher Schachtofen besteht aus einem von Mauerwerk gebildeten, vollständig geschlossenen verticalen Cylinder, der ganz mit Kohle gefüllt wird. An dem unteren Ende des Ofens befindet sich eine Oeffnung zur Zuführung von Luft, während oben ein Theerabführungsrohr mündet. Die eingeführte Luft dient dazu, die untere angezündete Schicht Kohle zu verbrennen, und die dadurch entwickelte Hitze wird zur Destillation der oberen Schichten benutzt. Sobald diese ausgeschweelt sind, wird unten die Asche ausgeräumt, der Koks fällt nach und macht einer neuen Füllung Platz.

Der Theer aus diesem Ofen steht aber an Güte dem aus den horizontalen Retorten weit nach. Durch Canäle, die sich in dem Schweelmaterial bilden, tritt Luft zu den Destillationsproducten und oxydirt sie, daher ist der Theer sehr reich an unwillkommenen Kreosotkörpern, und zu deren Entfernung erfordern die Destillationsproducte des Theeres eine beträchtliche Menge Chemikalien. Außerdem wird die Theerausbeute sehr beeinträchtigt durch die mangelhafte Condensation der Destillationsproducte. Mit den Theerdämpfen entweichen innig gemischt die Feuergase nach der Condensation, hier verdichtet sich der Theer in feinen Tröpfchen, die zum Theil vom Gasstrom umhüllt weiter getragen werden und so verloren gehen.

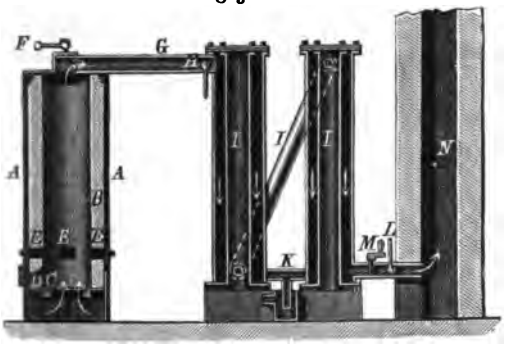
Ein Schweelofen von einfacher Bauart, der namentlich in Irland zum Schweelen von Torf viel benutzt wurde, ist der von Bellford. In ihm sind auch Schiefer und bituminöse Kohlen destillirt worden. Die Einrichtung dieses Ofens zeigt Fig. 14. *A* ist der cylindrische Schweelofen, dessen innere Wand *B* aus feuerfesten Steinen gemauert und von Eisenplatten umgeben ist. *C* ist der Rost, *EE* sind die Luftlöcher, die geöffnet werden, wenn der Rost sich verstopft. *G* ist das Abzugsrohr für die Destillationsgase, deren Temperatur durch das Thermometer *H* gemessen wird und nicht über 315° C. steigen soll. *III* ist der Condensator, den man, wenn es nöthig ist, mit Wasser so kühlt, daß die innere Temperatur 10° C. beträgt. Der Theer fließt durch das Rohr *K* in die Theergrube ab, während die Gase, deren Temperatur man durch das

[1]) Oppler, Handbuch der Fabrikation mineralischer Oele, S. 87 u. f.

Thermometer *L* controllirt, nach dem Schornstein *N* entweichen. *M* ist die Drosselklappe zur Regulirung des Zuges; soll die Destillation beginnen, so wird der Ofen zunächst durch ein auf dem Roste brennendes Feuer erhitzt, dann durch die Oeffnung *F* beschickt und diese mit dem Deckel wieder verschlossen. Das Feuer brennt von selbst in dem unteren Theile des Ofens weiter. Durch die erzeugte Hitze wird das darüber liegende Material geschweelt und der Theer entweicht durch *G*. Ist das eingefüllte Material ausgeschweelt, so wird die Asche durch *D* entfernt und der Ofen wieder beschickt.

Dieser Ofen ist nur für solche bituminöse Rohstoffe geeignet, deren Rückstand kohlenstoffhaltig ist, denn durch den entstandenen Koks wird die Feuerung unterhalten, während dies im anderen Falle auf Kosten des Bitumens geschehen muß. Der Ofen ist daher für Torf, Braunkohle und einige Schieferarten brauchbar, dagegen ist er für den württembergischen Posidonienschiefer und andere Schieferarten nicht zu verwenden.

Fig. 14.



Für diese Materialien baute Bohl[1]) einen Schachtofen, der mit einem besonderen Brennstoff geheizt wurde[2]). Der Rost befand sich auf der Sohle des Ofens und der Feuerraum war mit einem durchbrochenen Gewölbe überspannt, auf den das Schweelmaterial von oben durch einen Fülltrichter geschüttet wurde. Die Feuergase durchstrichen den Schweelraum, das Bitumen wurde zersetzt und die Theerdämpfe entwichen nach dem Condensator, mit dem ein kräftig ziehender Schornstein in Verbindung stand. Der Schweelrückstand wurde seitlich neben dem Roste entfernt. — In diesen Oefen wird der Theer auf seinem Wege nach der Condensation durch die mit ihm ziehenden Feuergase leicht zersetzt. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, richtete Wagenmann[3]) einen Schachtofen für Kohle und Torf so ein, daß das Schweelmaterial oben angezündet und das Destillationsproduct durch eine Saugpumpe nach unten abgeleitet wurde. Die mit dieser Construction erzielten Ergebnisse waren ungünstig.

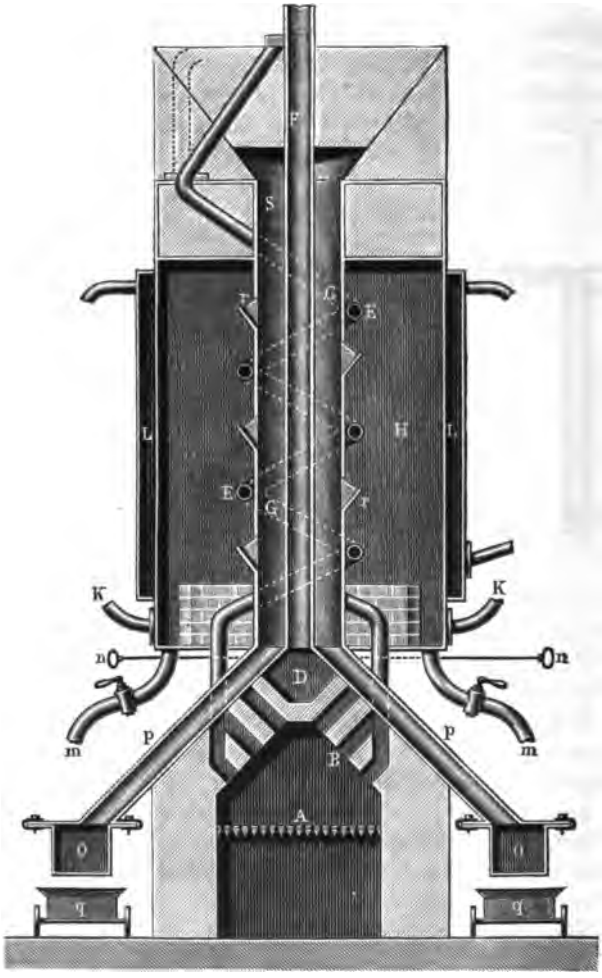
Eine wesentliche Verbesserung der Schachtöfen war die Anlage einer äußeren Feuerung, so daß die Feuergase nicht mit den Theerdämpfen in Berührung

[1]) Dingl. polyt. Journ. 145, 47. — [2]) Das Princip der ersten Schachtöfen, in demselben Raume einen Brennstoff theils zur Beheizung zu benutzen, um den anderen Theil zu schweelen, mußte aus leicht ersichtlichen Gründen verlassen werden. Neuerdings hat dasselbe Princip, auf die Construction einer Lampe angewandt, Erfolg zu verzeichnen (Fr. Siemens). Journ. of Gas Lighting 1894, I, p. 198. — [3]) Dingl. polyt. Journ. 140, 461.

kamen. Es war ein Schritt weiter zu den jetzt in der Provinz Sachsen üblichen cylindrischen Schweelöfen.

Ein solcher Schweelofen wurde von Unger[1]) construirt. Er bestand aus einem Doppelcylinder von eisernen Platten, zwischen dessen Wänden sich das Schweelmaterial befand, das durch Erhitzen des inneren Cylinderraumes destillirt

Fig. 15.



wurde. Der Betrieb war ein continuirlicher, da aus dem oben angebrachten Fülltrichter in dem Maße frisches Material nachsank, als der Koks unten abgezogen wurde. Die Destillationsproducte entwichen aus dem Schweelraume durch zwei Abzugsrohre, von denen das eine unten, das andere oben mündete.

[1]) Dingl. polyt. Journ. 150, 130.

Perutz[1]) baute einen Schweelofen, der alle Verbesserungen, die an den Schachtöfen getroffen waren, vereinigen und die sich erfahrungsgemäß herausgestellten Nachtheile vermeiden sollte. Fig. 15 erklärt diesen Ofen. *A* ist die Feuerung und *B* das durchbrochene Feuergewölbe. *F* ist der innere und *G* der äußere gußeiserne Cylinder, so daß *S* den Schweelraum bildet, der durch den inneren Feuerungscanal *D* und durch die um ihn schlangenförmig herumlaufenden Feuerzüge *E* erhitzt wird. Die Theerdämpfe entweichen durch *rrr* nach dem Kühlraum *HH*, der von der Wasserkühlung *LL* eingehüllt ist, und von wo die Verdichtungsproducte durch *mm* abgelassen werden. Durch *KK* ziehen die nicht verdichteten Gase ab. *n* ist der Schieber, der den Schweelraum nach unten abschließt; sobald er geöffnet wird, gleitet der Koks durch *p* nach *O* und von da läßt man ihn, nachdem er abgekühlt ist, in den darunter gestellten Wagen *q* fallen. Um den Abzug der Theerdämpfe zu beschleunigen, wirkt ein Luftsauger, und um sie vor Zersetzung zu bewahren, soll darauf gehalten werden, daß die Temperatur in den Feuerzügen *EE* nur 400° C. nicht übersteigt. In dem Fülltrichter befindet sich das Schweelmaterial, das wie bei dem Unger'schen Ofen nachsinkt und den abgezogenen Koks ersetzt.

Außer den angeführten sind noch andere Schweelöfen in Gebrauch gewesen, deren Construction sich aber im Wesentlichen mit diesem deckte. So wurden in Frankreich von Selligue und de la Haye stehende Retorten zum Schweelen von bituminösem Schiefer benutzt[2]), ehe man in Deutschland an diese Einrichtung der Retorten dachte.

Der stehende Schweelofen der sächs.-thüring. Industrie.

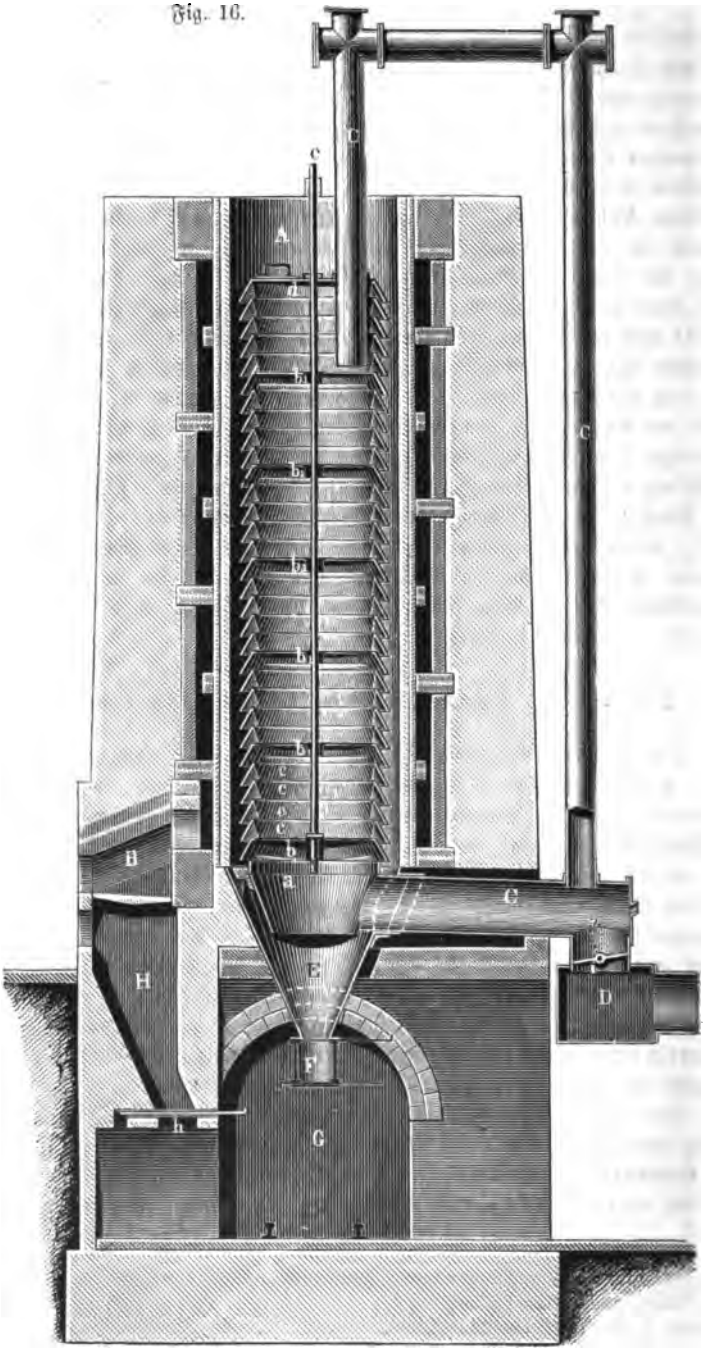
Die Bauart aller dieser senkrecht stehenden Schweelapparate war aber wenig geeignet zur Darstellung von Theer aus Schweelkohle, erst Rolle fand im Jahre 1858 eine Einrichtung der stehenden Retorten, durch die sie mehr den Anforderungen genügten. Mit geringen Abänderungen sind die von Rolle construirten und ihm patentirten Schweelöfen heute fast ausschließlich in der Provinz Sachsen im Gebrauch. Die Vorzüge dieser Apparate vor den liegenden Retorten sind sehr groß. Sie sind im Vergleich zu den letzteren sehr leicht zu füllen und zu entleeren. Zu ihrer Bedienung sind weniger Arbeiter nöthig und ihre Leistungsfähigkeit übertrifft die der liegenden Retorten um das Fünffache, daher sind die Herstellungskosten des Theeres durch stehende Schweelöfen wesentlich billiger. Ihr Hauptvorzug ist aber der continuirliche Betrieb; daneben ist noch eine größere und bessere Theerausbeute zu erwähnen[3]).

Fig. 16 (a. f. S.) zeigt einen solchen Ofen. Sie sind 3,75 bis 6 m hoch und haben einen Durchmesser von 0,94 bis 1,90 m, sie tragen im Innern ein System von senkrecht über einander liegenden abgeschrägten Ringen in regelmäßigen Abständen, die im Querschnitt die jalousieartige Anordnung erkennen lassen. Die

---

[1]) Perutz, Die Industrie der Mineralöle, S. 144 u. 145. — [2]) Darüber wird später ausführlich berichtet werden. — [3]) Grotowsky, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 24, Lief. 6.

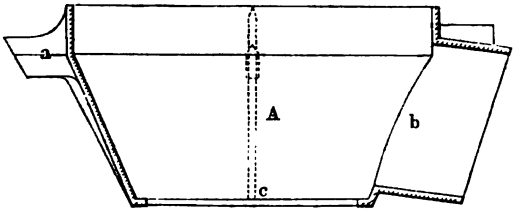
Fig. 16.



Größe der Ringfläche ist je nach der Dimension des Cylinders 10,5 bis 23,5 cm. Die Oefen von kleineren Dimensionen werden in der neueren Zeit, wenn sie untauglich sind, durch größere ersetzt, so daß man jetzt schon meist solche von 1,26 bis zu 1,90 m Weite [1]) im Betrieb hat. Die Ringe, Glocken, sind zum Theil an einer durch den Cylinder gehenden Mittelaxe *e* mit Stegen befestigt (b_1) oder liegen so auf einander, daß die obere sich mit Knaggen auf den Rand der folgenden stützt (*c*). Es bildet sich so innerhalb des Cylinders ein kleinerer cylindrischer Raum, der durch die zwischen zwei Glocken entstehenden Oeffnungen mit dem ihn umgebenden Raume, dem Schweelraume, in Verbindung steht. Der Durchmesser der Glocken wird so gewählt, daß der Schweelraum, je nach der Weite der Cylinder, 5 bis 11,5 cm weit bleibt. In seinem unteren Ende verläuft der Cylinder conisch und an diesen Conus *E* schließt sich ein cylindrischer Kasten *F* an, der 1 bis 2 hl faßt und nach oben durch einen Schieber vom Conus abgeschlossen, nach unten durch einen zweiten Schieber entleert werden kann. Der innere cylindrische Raum des Ofens wird oben mit einem Glockenhut *d* zugedeckt, durch den ein Gasableitungsrohr *C* führt, falls dieses nicht in dem Cylinder selbst nach unten geleitet ist, wie es Fig. 26 zeigt. Ein zweites Rohr *C* ist in dem unteren Theile des Cylinders, im Conus selbst oder darüber angebracht und vereinigt sich dann außerhalb des Ofens mit dem ersten.

Die Kohle wird auf den Glockenhut geschüttet, der etwa 50 cm unter der Cylinderöffnung *A* liegt und gleitet zwischen dem Cylinder und den Glocken hinunter. Der Ofen wird von der Feuerung aus durch schlangenförmig um ihn herum führende oder durch steigende und fallende Feuerzüge erhitzt. In dem oberen Theile findet im Wesentlichen nur eine Entwässerung der Kohle statt, je weiter die Kohle in die heißeren unteren Theile fällt, desto mehr wird sie geschweelt, bis sie, vollkommen vom Bitumen befreit, in dem Conus anlangt.

Fig. 17.



Von da wird die ausgeschweelte Kohle als Koks (Grude) durch den Schieber nach dem Kasten abgelassen und nach einiger Zeit durch den zweiten Schieber aus dem Ofen entfernt. In der Weise wie Koks abgezogen wird, sinkt frische Kohle in den Schweelraum nach. Die Theer- und Wasserdämpfe aus der Kohle ziehen in den inneren Cylinder und werden von hier durch die zwei Abzugsrohre *C* nach der Vorlage *D* und der Condensation geleitet. An der Vorlage ist ein Flügelexhaustor oder ein Körting'scher Luftsauger angebracht, die das regelmäßige und schnellere Entweichen der Dämpfe aus dem Cylinder veranlassen. — Die Anordnung der Glocken in der Fig. 16 ist folgende: In dem eisernen Conus *E* hängt die, das untere Abzugsrohr

[1]) Entsprechend 4′, 5′ und 6′.

tragende Glocke *a*, die den übrigen Glocken als Unterlage dient. Fig. 17 (a. v. S.) stellt sie dar. Mit *a* ruht sie im Conus, in dem seitlichen Muffen *b* mündet *C* und durch ihre Mitte *c* geht die Axe *A* des Cylinders, die in geeigneter Weise darin festgehalten wird. Es schließen sich nun die übrigen Glocken an; wir sehen hier sechs Stegglocken, die durch die Figuren 18a und 18b näher erklärt werden. *a* ist die Glockenwand, *bbb* bilden die Stege und *c* ist die Oeffnung, durch die die Cylinderaxe geht. Die gewöhnliche Glocke, deren Zahl in Fig. 16 24 beträgt, zeigt Fig. 19a und 19b; *bb* sind die Knaggen, mit denen sie auf

Fig. 18a.

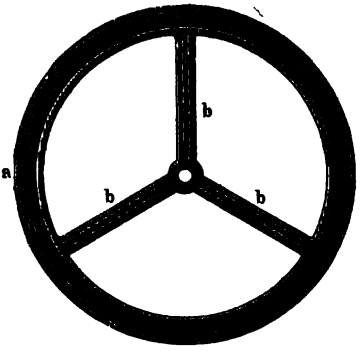


Fig. 19a.

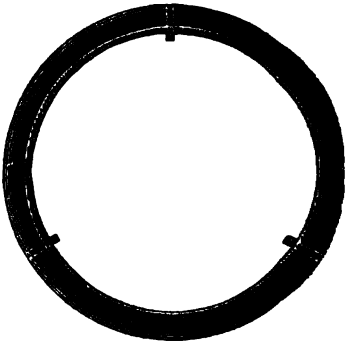


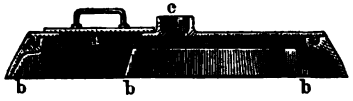
Fig. 18b.

Fig. 19b.

der unteren Glocke ruht. Fig. 20 stellt den Glockenhut dar, dessen Deckel bei *c* für die Cylinderaxe eine Oeffnung besitzt und bei *a* ein Mannloch frei läßt, das während des Betriebes durch einen kleinen Deckel geschlossen ist, *bb* sind die Knaggen.

Kleine Abweichungen in dem Bau des Cylinders kommen oft vor. So besitzen jetzt viele die Glocke *a* nicht mehr, sondern an deren Stelle, wo der Conus beginnt, ist ein eisernes Kreuz eingemauert, auf dem das Glockengestell ruht und in dessen Mitte die Cylinderaxe befestigt ist. Die erste Glocke hat eine von den übrigen abweichende Form, ihre Wandfläche ist nicht gerade, sondern gebogen, Topfglocke, an der die Knaggen zuweilen außen angegossen sind, dann folgt eine Stegglocke und in $^2/_3$ Höhe des Cylinders ist durch einen Glockenhut der untere Raum abgeschlossen. Die vorletzte Glocke vor dem Glockenhut ist abermals eine Stegglocke.

Fig. 20.



Die Schweelöfen von Rolle bestanden ursprünglich ganz aus Eisen, wurden aber bald der größeren Haltbarkeit wegen mit einem Ring von schwachen Chamottesteinen umgeben, der die Innenfläche der Feuerzüge darstellt, ein

äußerer Ring von Chamottesteinen bildet dann den Abschluß des in seinem Querschnitt ringförmigen Ofens. Die Eisenstärke dieses Cylinders beträgt 4 bis 5,5 cm, und die Chamottesteine, die sich der Cylinderrundung anpassen, sind etwa 26 cm lang, 8 cm hoch und 5 cm stark. Jeder solcher Stein hat auf einer horizontalen und verticalen Fugenfläche eine vorspringende Längsleiste von 1,5 cm Breite und Höhe und an den beiden anderen Flächen die entsprechenden Nuthen. Es greift so jeder Stein in seine Nachbarn ein und soll so Stabilität und Dichtheit erzielt werden.

Durch manche Uebelstände wurde Rolle veranlaßt, Versuche anzustellen, die Cylinder ganz aus Chamotte zu bauen. Vor allem war es schwierig, die eisernen Cylinder zu repariren. Man kann sich dabei, wie Grotowsky [1]) thut, so helfen, daß man ein entstandenes Loch noch vergrößert und es dann mit Chamottesteinen zumauert. Außerdem setzt sich die Kohle in den Ausbeulungen, die bei den eisernen Cylindern leicht entstehen, fest, wird dort unnöthig lange der Beheizung ausgesetzt und verbrennt anstatt zu schweelen. Rolle ließ dann den Eisenring vollständig weg und baute auch den die Innenwand der Feuerzüge darstellenden Ring ausschließlich aus Chamottenuthensteinen, die den oben beschriebenen Mantelsteinen in der Form glichen [2]). Sie haben jetzt etwa eine Höhe von 16 cm, eine Steinstärke von 10 cm und eine Länge von 30 bis 40 cm. Die Längsleiste ist 2 cm hoch und breit. Fig. 21 stellt einen solchen Stein dar. Die Steine werden auf einander geschliffen, und die ganz engen Fugen mit einem Mörtel ausgefüllt, der sie dicht verkittet; man nimmt dazu verschiedene Mischungen von Thon, gemahlenem Sand und Glas oder Porcellanscherben, auch Chamottemehl mit Syrup vermengt und in neuerer Zeit verschiedene, als Kaolin bezeichnete Mörtel, die fast aus reiner Kieselsäure bestehen, werden mit Erfolg verwendet. Gewöhnlich laufen die Fugen der Steine in horizontal über einander liegenden Kreisen, in den letzten Jahren ist die Anordnung der Steine von Schliephacke [3]) so getroffen, daß die Fugen spiralig von Anfang bis zu Ende zusammenhängend den Cylinder durchziehen. Man mauert am Grunde des Cylinders einen bis zur Höhe eines Nuthensteines allmälig aufsteigenden Ring aus schwachen keilförmigen Steinen, dann mit gewöhnlichen Steinen weiter und schließt oben mit einem gleichen Ring wie unten, nur in umgekehrter Richtung, den Cylinder ab. Auf diese Weise wird ein engerer Verband der Steine unter einander hervorgebracht und verspricht der Ofen länger für die Schweelgase undurchlässig zu bleiben als ein anderer.

Fig. 21.

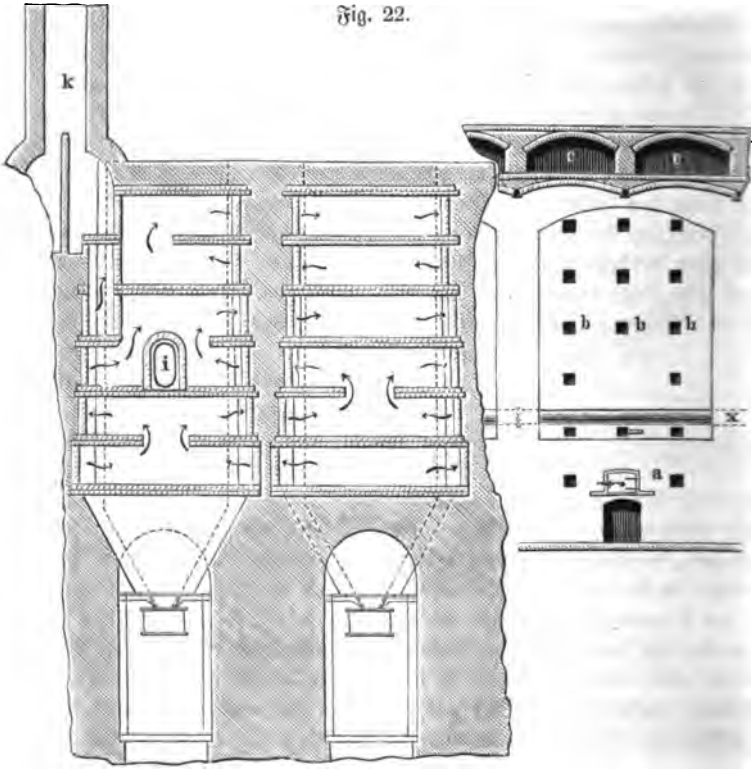
Die Durchlässigkeit erstreckt sich nicht allein auf die Fugen, die durch die Bauart des Ofens, der doch aus Ringen von einzelnen Steinen besteht, bedingt sind, sondern auch auf das Material der Steine selbst. Die Steine sind in

---

[1]) Nach Privatmittheilung. — [2]) Rolle's Vorgang ist nach und nach die ganze sächsische Industrie gefolgt. Ausführlich bei Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle a. S. und in den angrenzenden Staaten, S. 306 u. f. — [3]) D. R.-P. Nr. 35180.

der Wärme mehr oder weniger für Gase durchlässig, und da innen die Schweelgase und außen die Feuergase die Wände bestreichen, so tritt Diffusion dieser zwei Gasarten auf, was natürlich mit einem Verlust an Theerdämpfen verbunden ist. Man hat versucht, die Steine durch Glasur für Gase dicht zu machen, doch ist man, wie in der Steinkohlengas-Industrie, zu dem Ergebniß gelangt, daß die Hauptbedingung eines für Gase möglichst undurchlässigen Steines gutes Steinmaterial ist, und daß die Glasur nur kurze Zeit im Stande ist, die Nachtheile eines Steines aus schlechtem Material zu verdecken.

Fig. 22.



Zu einem sechsfüßigen Schweelofen werden 640 Nuthensteine gebraucht, von denen jeder 9,5 kg wiegt, ein fünffüßiger Schweelofen erfordert 630 Nuthensteine mit je einem Gewicht von 8,75 kg und ein vierfüßiger 500 Nuthensteine von je 8,5 kg. Jeder von den Oefen besitzt in diesem Falle sieben Feuerzüge.

In vielen Schweelereien wird der Cylinder noch bis zum zweiten Feuerzuge von unten mit einem Mantel aus Chamottesteinen umhüllt, um feuerbeständiger zu bleiben. Der ganze Cylinder wird in einer Entfernung von 10 bis 20 cm von einem Chamottemantel umgeben. In dem so entstandenen

Zwischenraum, der nach oben zu enger wird, ziehen die Feuergase, deren Weg, die Züge, durch Abdeckplatten, keilförmige Chamottesteine, vorgeschrieben ist. Er geht in Schlangenwindungen von unten nach oben und mündet am Ende in den Verbindungscanal nach dem Schornstein. In Fig. 22 ist der Weg der Feuergase durch Pfeile bezeichnet, *i* ist ein Schauloch, durch das man den Schweelcylinder sehen und seine Beheizung beobachten kann. *bbb* sind Oeffnungen, die durch das Mauerwerk bis zum Cylinder führen und durch die die sich in den Zügen ansammelnde Flugasche entfernt wird. In Fig. 23 sind diese Flugaschencanäle der einzelnen Züge (I bis VI) im Durchschnitt zu sehen. *a* ist der Rost. Zuweilen werden die aus der Feuerung abziehenden Gase zum Trocknen der Schweelkohle benutzt, sie streichen zu diesem Zwecke noch durch das Gewölbe *c* (Fig. 22), auf dem die Kohle liegt, ehe sie nach dem Schornstein *k* entweichen. Früher besaßen zwei Schweelcylinder in der Regel einen Schornstein, jetzt gehört zu jeder Batterie nur einer.

Fig. 23.

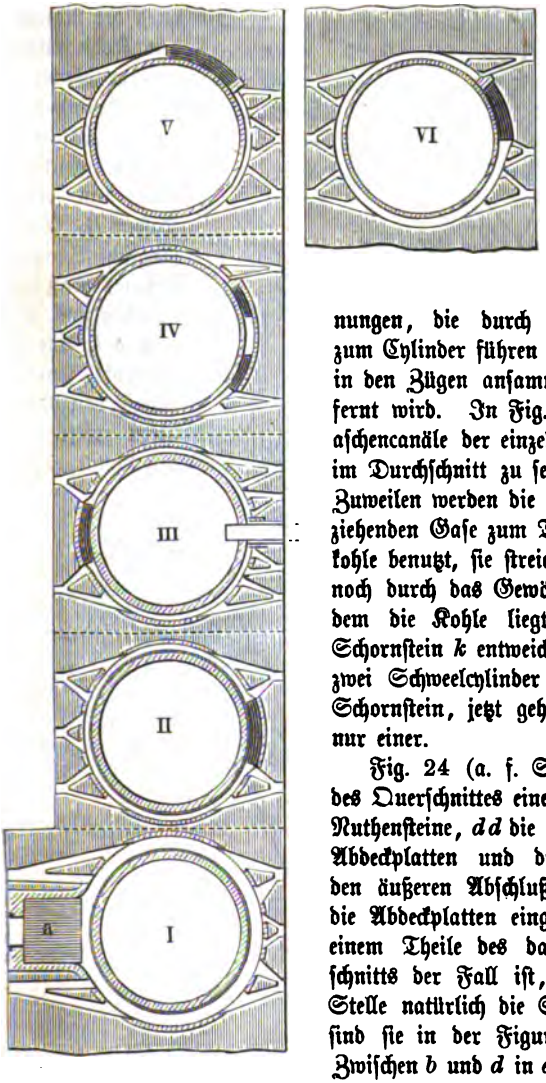


Fig. 24 (a. f. S.) zeigt einen Theil des Querschnittes eines Ofens, *cc* sind die Nuthensteine, *dd* die Mantelsteine, *aa* die Abdeckplatten und die Steine *bb* bilden den äußeren Abschluß des Ofens. Sind die Abdeckplatten eingemauert, wie es bei einem Theile des dargestellten Ofenquerschnitts der Fall ist, so fehlen an dieser Stelle natürlich die Steine *d* und *b* und sind sie in der Figur punktirt gezeichnet. Zwischen *b* und *d* in *e* ziehen die Feuergase.

Der Conus *A* und der sich daran anschließende eiserne Kasten *B* werden in Fig. 25 (a. f. S.) besonders gezeigt. Der eiserne Conus liegt mit dem Rande *a* auf dem Mauerwerk und ist eingemauert, die Knagge *f* trägt, wie schon erwähnt, die unterste Glocke. Jetzt wird der Conus, wie ihn Fig. 26 (S. 55)

darstellt, oft aus Chamottesteinen gemauert und trägt im Inneren auf einem eisernen Kreuz K einen aus Chamottesteinen hergestellten Pfeiler F von der aus der Zeichnung ersichtlichen Form. Durch diese Einrichtung wird der Raum für den Koks eingeengt und er gleitet von dem Cylinder aus an den Wänden des Conus gleichmäßig nach dem eisernen Kasten B. Die anfängliche Bauart gestattete, daß jeder von den zwei Schiebern $d\,d_1$ am eisernen Kokskasten unabhängig von dem anderen geöffnet werden konnte. Um der

Fig. 24.

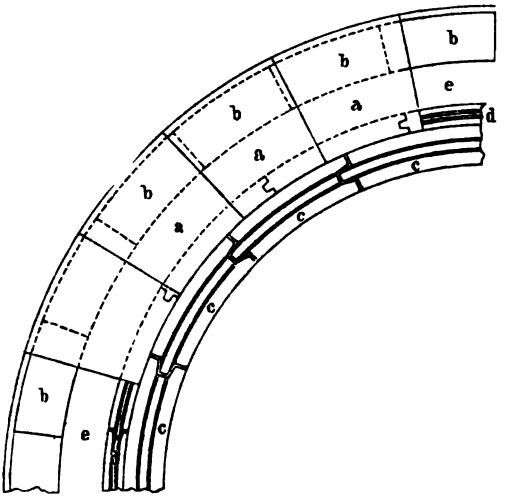
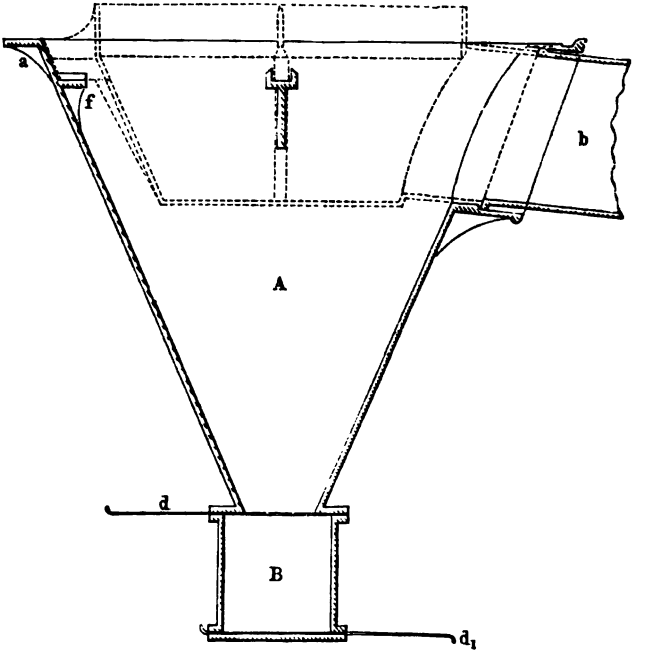
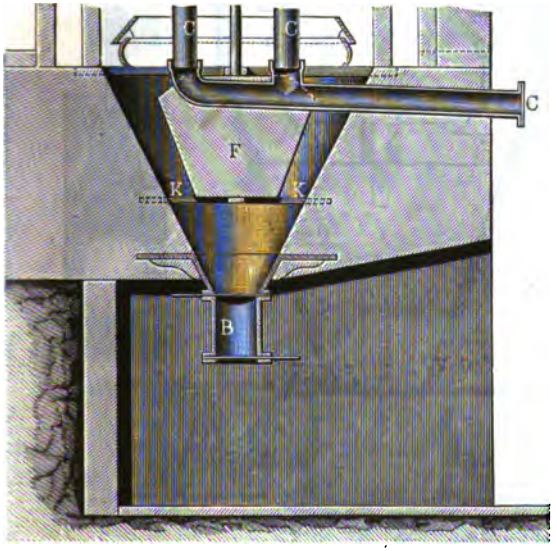


Fig. 25.



dadurch entstehenden Gefahr, daß durch die Nachlässigkeit des Arbeiters beide Schieber zugleich geöffnet blieben, zu begegnen, wurden automatisch arbeitende Schieber construirt, von denen immer nur einer geöffnet sein konnte. Es ist das Verdienst Grotowsky's, zuerst eine solche Einrichtung geschaffen zu haben. Bald danach wurden auf anderen Schweelereien, da man allgemein die Wichtigkeit dieser Vorsichtsmaßregel anerkannte, ähnliche Vorrichtungen getroffen, die auf demselben Principe beruhen. Die Fig. 27a bis 27d (a. f. S.) erklären die Grotowsky'sche patentirte Einrichtung [1]). In Fig. 27a ist *B* der eiserne Kasten, der durch die zwei Schieber E_1 und E_2 geschlossen wird und deren Sperrung durch den Kniehebel *D* bewirkt werden soll. Ein starker Eisenring *C*, den Fig. 27b zeigt, ist um den Kasten gelegt und durch Schrauben daran befestigt. An der Verlängerung der zwei Ringtheile ist der bei *c* drehbare Kniehebel *D* angebracht. Die beiden Zugstangen der Schieber E_1 und E_2 sind aus Flacheisen gefertigt und liegen in Führungen, die von der Brücke *F* getragen werden; die Fig. 27c zeigt die Vorderansicht der Brücke, deren Enden im Mauerwerk verankert sind. Der Schenkel *a* des Kniehebels *D* läuft in eine runde Stange aus, die bei *d* durch die Zugstangen des oberen Schiebers geht, während der Schenkel *b* mit einer beweglichen runden Stange *G* verbunden ist, deren Führungsplatte wie das Führungsstück der Zugstange des unteren Schiebers E_2 an der Brücke angeschraubt ist. Diese Platte, Fig. 27d, hat als Führung für *G* eine runde Oeffnung und die Zugstange des Schiebers E_2 ist ebenfalls bei *e*, wo die Stange *G* auftritt, so gelocht, daß *G* bequem hindurchgeht.

Fig. 26.



In der Zeichnung sind beide Schieber geschlossen. Wird nun der obere Schieber E_1 gezogen, so dreht sich der Hebel *D*, die Stange *G* schiebt sich durch das Loch *e* der Zugstange des Schiebers E_2 und sperrt diesen vollständig. Er kann nicht früher gezogen werden, als bis E_1 wieder zurückgeschoben ist. Zieht man den unteren Schieber E_2, so setzt die Stange *G* auf

[1]) D. R.-P. Nr. 2398.

die Zugstange auf und sperrt durch Festhalten des Kniehebels *D* den oberen Schieber E_1.

Diese Einrichtung wurde später von Grotowsky noch vereinfacht und zeigen die Figuren 28 a und 28 b die Neuerung. Die Hebelarme *D* und *G*

Fig. 27 a.

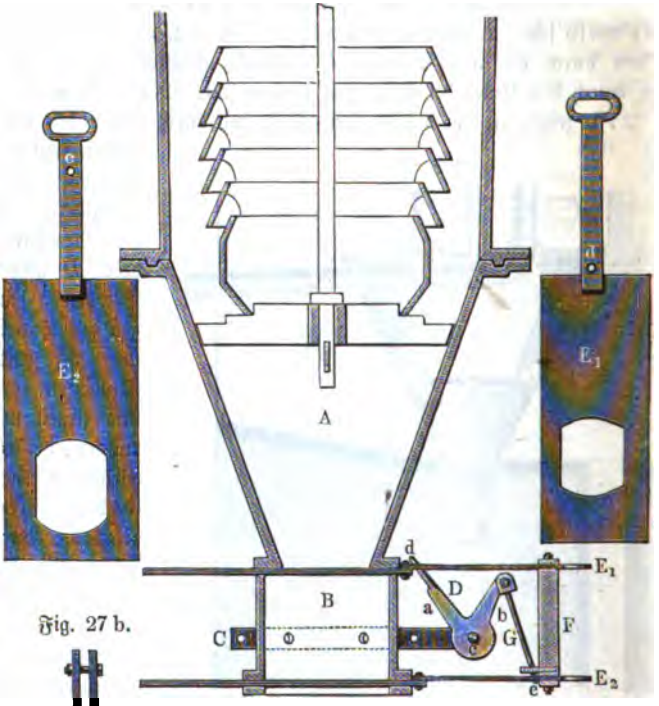


Fig. 27 b.

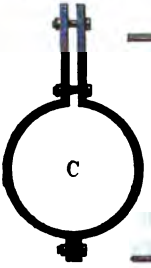
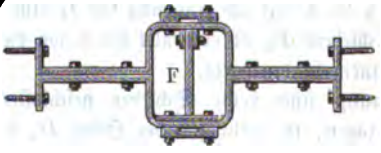


Fig. 27 d.

Fig. 27 c.



greifen in die Schieber E_1 und E_2 selbst ein, so daß die Brücke *F* und die Zugstangen der Schieber wegfallen.

Eine andere Sicherheitsvorrichtung veranschaulichen die Figuren 29 a, 29 b und 29 c (S. 58). *A* ist der Cylinderconus, *B* der eiserne Kasten und

C und *D* sind die beiden Schieber. Die Führungen für die Schieber an dem Kasten *B* sind mit Oeffnungen versehen, in denen ein Rundeisenstab *E* mit

Fig. 28 a.

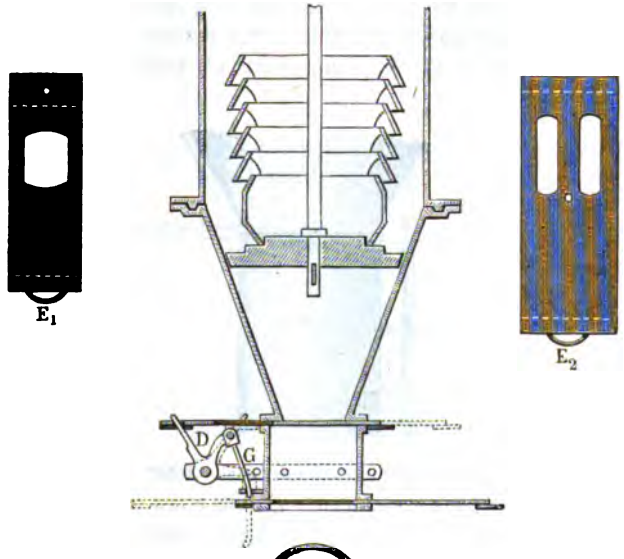


Fig. 28 b.

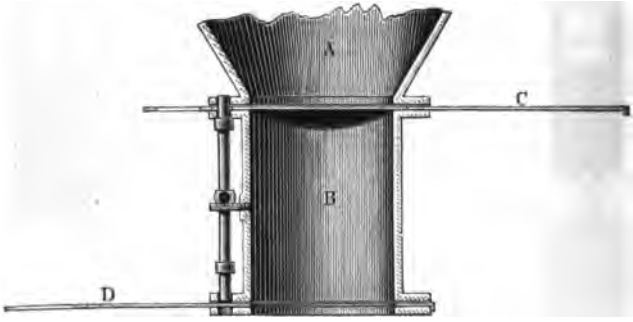
einer Handhabe *e* beweglich ist. Die gleichen Oeffnungen besitzen die Zugstangen der Schieber. Der Stab *E* trägt in der Nähe seiner Enden Verdickungsringe und ist so lang, daß er, die eine Oeffnung voll ausfüllend, in die andere nur bis auf den Schieber reicht. Die Handhabe *e* kann auf eine kleine umgebogene Stange *d* gelegt werden, die in die Kastenwand eingeschraubt ist. In Fig. 29 a sind beide Schieber geschlossen, der Hebel *e* ruht auf *d*, *E* geht durch die Oeffnung der Zugstange des oberen Schiebers und sperrt diesen, während der untere Schieber *D* geöffnet werden kann. So entsteht die Fig. 29 b. Schiebt man den unteren Schieber zurück, hebt den Hebel von *d* ab und läßt ihn fallen, so schließt *E* die Oeffnung der Zugstange des unteren Schiebers und der obere kann geöffnet werden. Diese Stellung zeigt Fig. 29 c. Indem man *C* zurückschiebt, *e* hebt und wieder auf *d* legt, erhält man das ursprüngliche Bild.

Fig. 29 a.

Das Gasableitungsrohr *C* aus dem oberen Theile des Cylinders mündet, wie schon erwähnt, in das aus dem unteren Theile, das nach der Vorlage *D* führt (Fig. 16), *i* ist die Drosselklappe, durch deren Schluß der Ofen von der Vorlage abgesperrt werden kann. In Fig. 30 ist das untere Gasableitungsrohr genauer dargestellt, *a* ist die Drosselklappe und *b* ist ein Reinigungsloch.

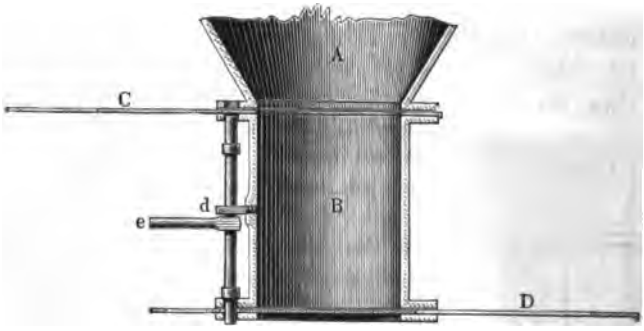
Die allgemein gebräuchlichen Schweelglocken bestehen aus Gußeisen. Diese durch thönerne zu ersetzen, hat Fr. Aug. Schulz [1]) versucht und stellt Fig. 31

Fig. 29 b.



(S. 60) einen so ausgeführten Schweelcylinder vor. Jeder Ring (Fig. 32, S. 61) besteht aus einer Anzahl von Segmenten *x y z*, von denen jedes in der Mitte eine volle Rippe und an den Enden je eine halbe Rippe besitzt. Diese Rippen werden beim Zusammensetzen des Glockensatzes so auf einander gestellt, daß in senkrechter Richtung die volle Rippe auf zwei halben Rippen ruht, wie aus Fig. 32

Fig. 29 c.



ersichtlich ist. Die halben Rippen, Stutzrippen, sind durch Verzahnung fest mit einander verbunden, so daß eine seitliche Verschiebung unmöglich gemacht ist. Die einzelnen Theile werden unter einander mit Chamottebrei verkittet. Als Fuß des Glockensatzes dient ein auf dem Conus ruhender eiserner Kranz und der Abschluß nach oben wird durch einen conischen gußeisernen Hut *A*

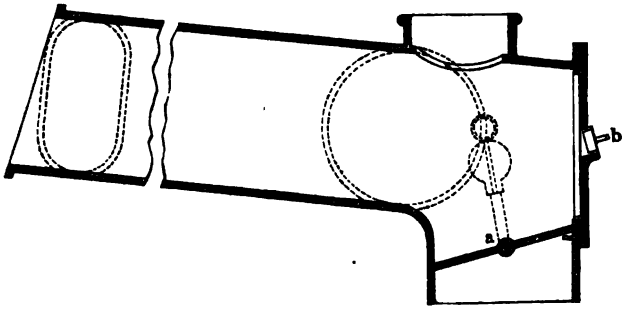
[1]) D. R.-P. Nr. 6832.

hergestellt, der den obersten Glockenring umfaßt, ein Einsteigerohr besitzt und das obere Abzugsrohr trägt. Als Material zu den Glocken soll sich eine Mischung von $^2/_5$ Chamottemehl und $^3/_5$ Steingutmasse bewährt haben. Nach der Angabe des Erfinders ist der Preis der thönernen Glocken mehr als um die Hälfte geringer als der der eisernen, und sind sie viel leichter und seltener zu reinigen, da sie nur wenig „verharzen“. Die Glocken brauchen zur Reinigung nicht herausgenommen zu werden, sondern werden in den oberen Lagen mit einem eisernen Schaber und in den unteren mit einem Besen von dem Anhaftenden befreit.

Diese geschilderte Einrichtung hat in der Praxis wenig Anklang gefunden, denn, einige Versuchscylinder ausgenommen, hat keine Schweelerei mit derartigen Glocken gearbeitet.

An das Material des Chamottecylinders müssen zwei Forderungen gestellt werden; es soll einmal unempfindlich gegen die Flugasche der Feuerkohle sein, die sich daran ansetzt und zum anderen soll es möglichst hohe Temperaturen, ohne

Fig. 30.

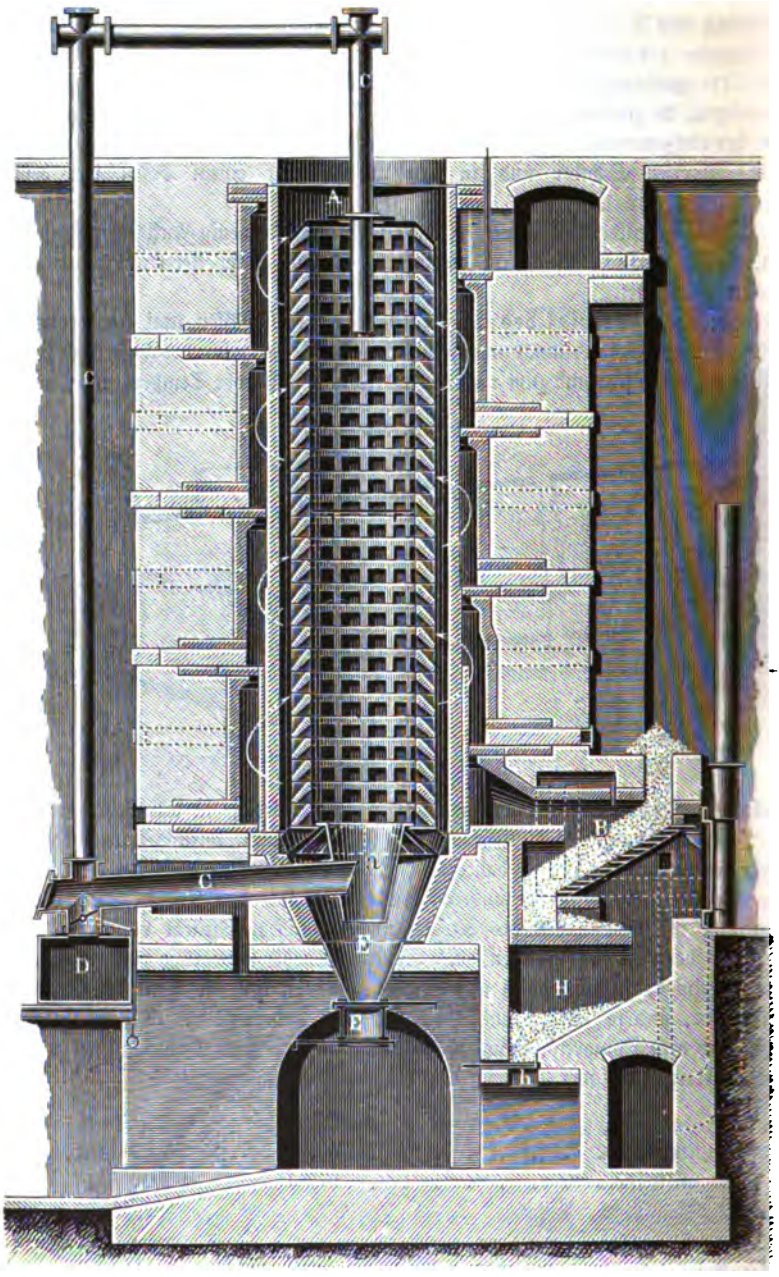


zu schmelzen, aushalten. Die Flugasche der Feuerkohle, die in den Schweelereien der Provinz Sachsen zur Verwendung kommt, kann durchweg als basisch angesehen werden [1]). Es ist daher nöthig, daß die Chamottesteine des Cylinders auch basisch sind, denn im anderen Falle wird sich das basische Silicat der Flugasche mit dem sauren des Steines zu einem Doppelsilicat verbinden und die Asche backt an den Steinen an. Werden nun die Feuerzüge von der Flugasche gereinigt, so wird dabei diese Masse und mit ihr ein Theil des Steines abgestoßen, und so wird allmälig der Cylinder unbrauchbar. Die Chamottesteine aus dem Königreich Sachsen, die oft zum Bau von Schweelcylindern benutzt werden, sind sauer, wie sich aus folgenden Analysen ergiebt:

	Kieselsäure	Thonerde
Nuthensteine	76,78	23,91 Proc.
Mantelsteine	77,31	22,29 „

[1]) Schliephacke, Ueber die Befeuerung der Schweelcylinder; Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie, 1890/91.

Fig. 31.



In den letzten Jahren ist von dort auch ein basischer Stein in den Handel gebracht worden, der folgende Zusammensetzung hat:

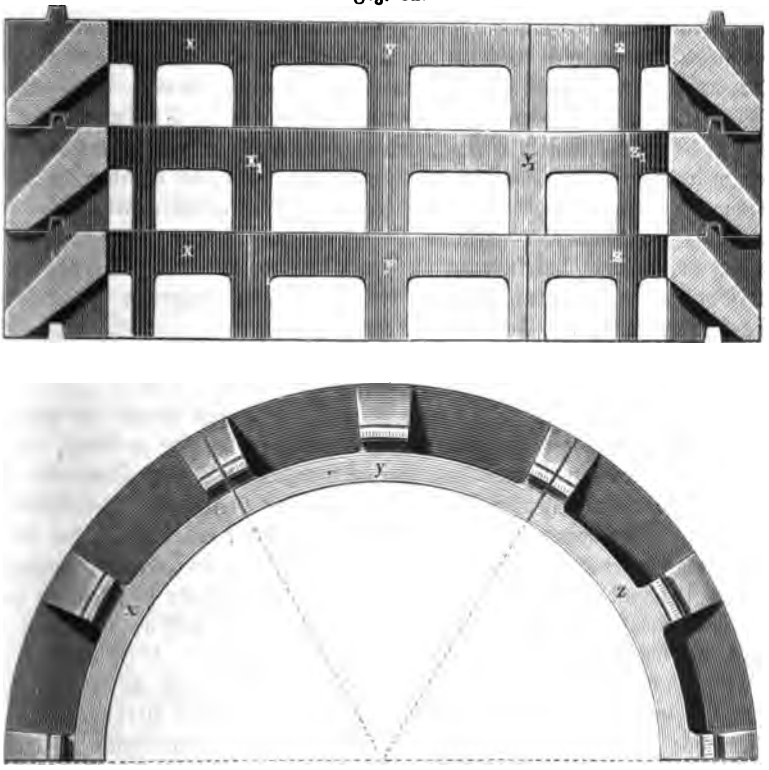
Gebundene Kieselsäure	55,0 Proc.
Thonerde	45,0 „

Die schlesischen Steine sind schon seit längerer Zeit in basischer Zusammensetzung zum Schweelofenbau geliefert worden. Die Untersuchung ergab:

	Thonerde	gebundene	freie Kieselsäure
I.	40,42	49,50	10,5 Proc.
II.	31,34	53,01	14,1 „
III.	38,60	23,24	38,0 „

Als der feuerbeständigste Chamottestein muß der mit hohem Thonerdegehalt angesehen werden. Oft setzt man auch freie Kieselsäure in der Form von

Fig. 32.



Quarzkörnern den Steinen zu, dann bildet das Material keine homogene Masse, sondern erhält ein conglomeratartiges Aussehen. Dieser Zusatz erhöht die Feuerbeständigkeit, nur dürfen die Quarzkörner erfahrungsgemäß keine scharfen Ecken, sondern müssen abgerundete Formen besitzen. Da es bei den Nuthensteinen hauptsächlich auf die Undurchlässigkeit für Gase ankommt und diese bei

einer gleichmäßigen Zusammensetzung des Materials eher erreicht wird, so sind Steine ohne Kieselsäurebeimengung vorzuziehen. Die Mantelsteine, die die größte Hitze aushalten müssen, da sie in den untersten Zügen die Muthensteine umhüllen, können unbeschadet ihrer Tauglichkeit mit freier Kieselsäure versetzt sein.

Die Beheizung des Schweelofens.

Die stehenden Schweelcylinder sind in der Industrie der Provinz Sachsen bis vor einigen Jahren ausschließlich mit Feuerkohle auf Planrosten geheizt worden, wie wir dies auf Fig. 16 sehen; *B* ist die Feuerung, nach *H* fällt die Asche, von wo sie durch Oeffnen des Schiebers *h* entfernt wird. Der Versuch, mit Treppenrosten zu arbeiten, ist wiederholt aufgenommen worden, ohne jedoch zu guten Ergebnissen zu führen. Auch die Halbgasfeuerung hat keine Erfolge erzielt, so oft sie auch von Neuem probirt worden ist. Fr. Aug. Schulz hatte diese Feuerung mit in sein Patent, Schweelcylinder mit Thonglocken, eingeschlossen und ist diese Einrichtung aus der Fig. 31 ersichtlich. Auf dem Treppenrost *B* wird durch einen in dem darüber liegenden Gewölbe angebrachten Schlitz die zur Gaserzeugung nöthige Luftmenge geleitet. Die Luft ist vorher in dem dazu eingerichteten Raume, Luftkammer, der über dem Generator liegt, vorgewärmt. Genügt der Zug des Schornsteins nicht, die erforderliche Luftmenge zur vollständigen Verbrennung der Feuergase zuzuführen, wie es bei der Feuerung von Koks oder schlechter Braunkohle der Fall ist, so versorgt ein seitlich angebrachtes Unterwindgebläse den Generator mit Luft. Schulz giebt als Vorzug seiner Feuerung an, daß er bei jeder oder theilweiser Vermeidung der Flugasche 20 Proc. Feuerkohle erspart.

Die von Boelker für Dampfkessel construirte Halbgasfeuerung ist gleichfalls ohne Erfolg an den Schweelöfen versucht worden [1]). Eine Ersparniß an Feuerkohle konnte dabei nicht festgestellt werden, dagegen hatten die unteren Züge mehr als bei der Planrostfeuerung unter der Flugasche zu leiden. Erst seit mehreren Jahren ist man dazu übergegangen, mit dem beim Schweelen sich ergebenden Gase zu heizen, nachdem schon lange Zeit Versuche in dieser Richtung angestellt worden waren [2]). Rolle hatte damit in der ersten Hälfte der 60er Jahre begonnen und scheiterten seine schon im Betriebe getroffenen Einrichtungen an drei Ursachen. Es gelang ihm nicht, die Explosionsgefahr zu beseitigen und genügend feuerbeständiges Material für die Oefen zu schaffen, auch stieß er durch die Gasfeuerung auf Verluste an Theer. Im Jahre 1887 wurden die Rolle'schen Versuche von Wernecke in Gerstewitz und gleichzeitig von Ziegler in Nachterstedt wieder aufgenommen. Namentlich Wernecke's veröffentlichte Versuche gaben den Anstoß, daß andere Schweelereien zu dieser Verwendung der Schweelgase übergingen, und erstreckt sich ihre Ausdehnung

---

[1]) Schliephacke, Ueber die Befeuerung der Schweelcylinder; Jahresber. des Tech.-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie, 1890/91. — [2]) Wernecke, Ueber die Verwendung der Schweelgase zu Heizzwecken; Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie, 1890/91.

zur Zeit wohl auf die Hälfte der sächsischen Schweelöfen. Es hat den Anschein, als ob aus später zu erörternden Gründen eine weitere Entwickelung in dieser Richtung nicht stattfinden werde. — Die Einrichtungen sind im Allgemeinen nach denselben Grundsätzen getroffen, die sich aus den schon angeführten drei Ursachen des Rolle'schen Mißerfolges ergaben. Die von den Theerdämpfen mit den bisherigen Condensationsvorrichtungen befreiten Gase werden aus dem letzten Condensationsrohr durch einen Körting'schen Luftsauger einer Kühlvorrichtung zugeführt, ohne in den letzten Theilen der Condensation einen luftverdünnten Raum zu erzeugen. Die Kühlvorrichtung kann aus mehreren Kühlfässern mit Schlangenrohren bestehen oder aus einem großen eisernen Cylinder, der innen mit zahlreichen horizontal angeordneten, gelegentlich auch berieselten Kühlplatten versehen ist, und in dem durch Wasserzufluß die Gase abgekühlt werden. Die mitgerissenen Theerspuren werden hier verdichtet, doch ist deren Menge bei sorgfältiger Arbeit sehr gering. Man verbrennt also ein Gas, was annähernd frei von flüssigen Kohlenwasserstoffen ist. Von der Kühlvorrichtung aus zieht das Gas nach dem Ofen und wird entweder durch seitlich angeordnete und mit Schlitzen versehene Kammern dem Roste zugeführt, dort oder im zweiten und dritten Zuge[1]) oder auf beiden Wegen zugleich verbrannt. Um etwa vorkommende Explosionen zu begrenzen, schaltet man zwischen der Feuerung und der Condensation einen selbstthätigen Verschluß ein.

Die jetzt üblichen Chamottesteine sind so beschaffen, daß sie gegen Gasfeuerung beständig sind. Die eben geschilderte Feuerungsanlage kann nicht als eine reine Gasfeuerung angesehen werden, denn zugleich wird sie noch auf dem Planrost mit Kohle unterstützt. Als Vortheil gegen die reine Planrostfeuerung ist neben der Feuerkohlenersparniß und der damit verminderten Flugasche die erhöhte Leistungsfähigkeit des Cylinders, wovon später die Rede sein wird, anzuführen.

Bei der Anwendung von Planrostfeuerung erscheint die doppelthürige Feuerung am zweckmäßigsten, da auf diese Weise die Abkühlung des Ofens beim Oeffnen der Thür abgeschwächt wird. Wie allgemein, so ist es auch hierbei zu empfehlen, die Aschengrube zu mauern und zu wässern, um die Asche selbstthätig abzulöschen und die Roststäbe zu kühlen.

Die Einrichtung des Schweelhauses.

In der Regel werden etwa 12 neben einander stehende Oefen zu einer Batterie der Art vereinigt, daß die sämmtlichen Oefen eine gemeinsame Vorder- und Rückwand besitzen und die Batterie, von oben gesehen, ein Rechteck darstellt, dessen kurze Seite durch den Durchmesser des Cylinders und dessen lange Seite durch die Summe der vereinigten Oefen gebildet wird. Die Batterie besitzt eine gemeinsame Vorlage und Condensation und ihre Destillationsproducte werden durch einen gemeinsamen Exhaustor oder Luftsauger abgesogen. Die Außenfläche der Batterie wird mit einem gleichmäßigen Melasse haltigen Lehmputz versehen, um größere Dichtheit zu erzielen.

[1]) Ziegler, Ueber Feuerungsanlagen; Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie, 1889.

Man stellt gewöhnlich eine Batterie von 12 oder noch mehreren Cylindern in ein Haus, dessen Abmessungen gegeben sind durch die Abmessungen der in einem Batterieofen vereinigten Schweelcylinder, die Breite des Heizerstandes (etwa 3 m) und die Höhe des Raumes, von dem aus die einzelnen Schweelöfen mit Kohle beschickt werden (Schweelboden). Vom Schweelboden aus wird durch geeignet angebrachte Trichter der Heizerstand mit der nöthigen Feuerkohle versorgt. Bisweilen ist der erste allen Oefen gemeinsame Verdichtungskasten innerhalb des Hauses angeordnet, das dem entsprechend breiter werden muß. Das Schweelhaus ist in der Regel massiv gemauert, mit Pappdach versehen und ist für genügende Ventilation der Arbeitsräume Sorge zu tragen. — C. A. Riebeck hat seit Anfang der 70er Jahre zwei gegenüberstehende Batterien mit gemeinschaftlichem Heizerstande in ein Doppelhaus eingebaut. Daß eine derartige Einrichtung manche Vortheile besitzt, liegt klar. Einmal erfordert eine solche Anlage von zwei Batterien weniger Raum und weniger Arbeitskräfte und zum andern kann die Aufsicht leichter geführt werden.

Die Condensation.

Die Theer- und Wasserdämpfe gelangen aus dem Schweelofen nach der Vorlage und von da werden sie in die Condensation, ein System von liegenden und auf Kasten stehenden, schmiedeeisernen genieteten Rohren, geleitet. Für jeden Cylinder von 4 bis 5 Fuß Durchmesser braucht man erfahrungsgemäß 30 bis 45 obm Kühlfläche. Die Rohre bestehen am zweckmäßigsten aus 3 mm starkem Eisenblech und werden in Weiten von 90, 50, 40, 30 und 25 cm so zu einem System gewählt, das mit den 90 cm-Rohren beginnt und mit den 25 cm weiten endet. Auf Fig. 33 und 34 ist die Condensationsanlage angegeben. Die Kühlung geschieht ausschließlich durch die äußere atmosphärische Luft und daher müssen die Gase einen möglichst weiten Weg zurücklegen. Verschiedene Versuche [1]), Wasser zur Kühlung zu verwenden und andere Kühleinrichtungen [2]) zu benutzen, sind durchweg ohne Erfolg gewesen. Immer hat es sich herausgestellt, daß das bis jetzt angewendete Verfahren das zweckmäßigste ist. Hübner [3]) hatte z. B. als Condensatoren ein System von Röhren eingerichtet, von denen jede einen Doppelcylinder mit verschiedenen Durchmessern bildete. Zwischen den zwei Cylindern zogen die Gase, die von innen und außen durch Wasser gekühlt wurden. Bei dieser sowie bei allen anderen Kühleinrichtungen [4]) hat es sich ergeben, daß der Kühlwasseraufwand sehr groß gewesen ist, und wie die gelegentlich der Einrichtung der Gasfeuerung ausgeführten Analysen der aus dem letzten Condensationsrohr entweichenden Gase gezeigt haben, sind darin nur noch 1 bis 2 Proc. verdichtbare Kohlenwasserstoffe [5]) enthalten, deren Werth die Einrichtung complicirter Kühlanlagen nicht recht-

---

[1]) O. Burg, Polyt. Centralhalle 1858, S. 641. — [2]) W. Schmidt, ebend. 1860, S. 1281. — [3]) Dingl. polyt. Journ. 146, 215. — [4]) Ausführlich abgehandelt von Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle u. s. w., S. 300 u. f. — [5]) Vergl. Capitel IV.

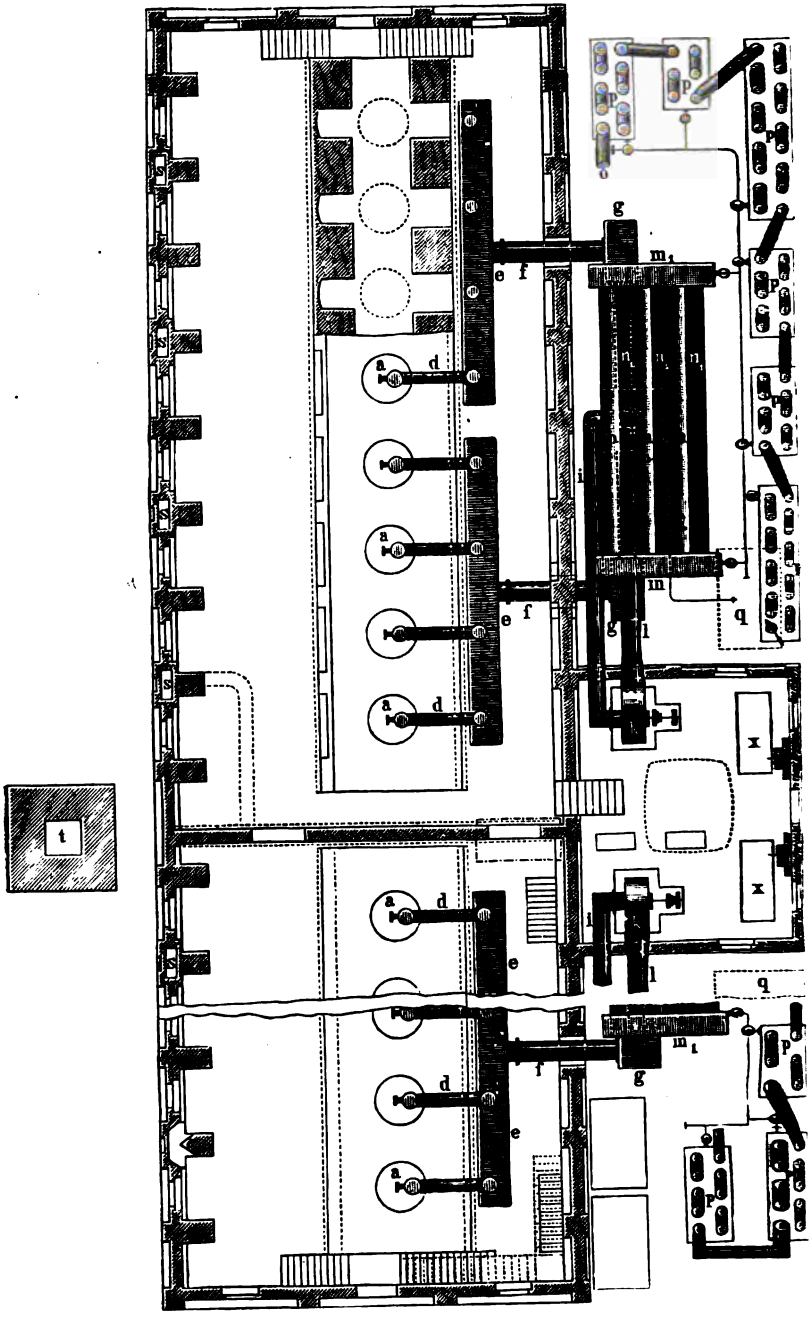
fertigen kann. Ein Patent, das dahin ging, die Theerdämpfe schon im Cylinder abzukühlen, ist auch nicht mit Nutzen ausgebeutet worden.

Von den Absaugevorrichtungen erscheint der Flügelexhaustor am zweckmäßigsten. Abgesehen von dem größeren Dampfverbrauch des Körting'schen Luftsaugers hat seine Anwendung folgende Uebelstände. Die Wärme des einströmenden Wasserdampfes erschwert die Verdichtung durch Abkühlung, seine Spannung erhöht die Durchzugsgeschwindigkeit der Theergase und zwar, daß, je wärmer die äußere Luft (z. B. im Sommer) ist, desto schneller durchziehen die Gase die Condensation, und schließlich ergiebt das Gemisch von Wasser und Theerdämpfen Emulsionen, die Theerverlust oder besondere, stets mangelhafte Kläranlagen zur Folge haben. — Die gesammten Condensationsproducte gelangen aus der Vorlage und aus den Condensationen nach einer Theersammelgrube, aus der durch ein Rohr mit Schwanenhals das sich abscheidende Wasser abfließt. Zuweilen wurde früher der Theer aus der liegenden Condensation gesondert gehalten von dem aus der stehenden, und sie gelangten in der Mineralölfabrik getrennt zur Aufarbeitung. Der erstere wurde dann wegen seines hohen Paraffingehalts Paraffintheer und der andere Oeltheer genannt.

Die Schweelanlage.

Die Fig. 33 (a. f. S.) stellt den Grundriß und die Fig. 34 (S. 67) den Durchschnitt einer einfachen Schweelanlage dar. *a* ist der Schweelofen, *b* die Feuerung, *c* der Conus und *dd* sind die Gasabzugsrohre, die in die Vorlage *e* münden. Von *e* ziehen die Theerdämpfe durch *f* nach dem Sammelkasten *g*, der außerhalb des Gebäudes in der gemauerten Grube *h* liegt, von da werden sie mit dem Exhaustor *k* durch das Zuleitungsrohr *i* und das Ableitungsrohr *l* nach der liegenden Condensation befördert. *x* ist die Dampfmaschine, die den Exhaustor treibt. Die liegende Condensation besteht aus den Rohren *n* und n_1, aus denen der condensirte Theer nach den Kasten *m* und m_1 läuft, während die Dämpfe nach der stehenden Condensation ziehen; hier ruhen die Rohre auf den Kasten *p p*. Das letzte Rohr ist mit *o* bezeichnet, von da entweichen die nicht verdichteten Gase in die Luft. Bei der Gasfeuerung werden sie von hier in der beschriebenen Weise der Feuerung zugeführt. Der Theer aus der stehenden Condensation sammelt sich in der Grube *q* an, wohin auch der von der liegenden aus *m* und m_1 fließt. *B* ist der Schweelboden. Die Beschickung des Schweelbodens erfolgt vom Förderthurme aus, dessen Hängebank mit ihm in gleicher Höhe liegt und der mit dem Schweelhause durch eine Brücke verbunden ist. Der Feuersgefahr halber ist zu empfehlen, die Brücke von Eisen zu construiren und ihre Länge, namentlich bei einem hölzernen Förderthurme, nicht zu kurz zu wählen. Durch *S* wird die Feuerkohle nach dem Heizerstande gestürzt. *r* ist das Gewölbe, unter dem die Feuergase hinziehen, die Schweelkohle trocknen und dann nach dem Schornstein *t* entweichen.

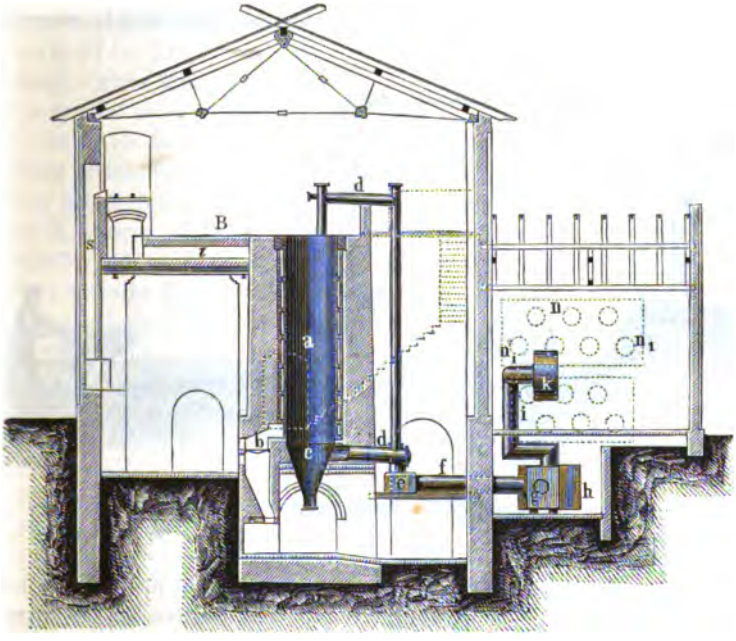
Fig. 33.



Das Ablöschen des Koks.

Der Koks wird mit einer Temperatur von etwa 400° C. aus dem Schweelofen gezogen und in kaltem Wasser gelöscht, das sich in Gruben befindet, die vom Schweelhause und namentlich von den Condensationen in gemessener Entfernung (20 bis 30 m) liegen müssen, da das Kokslöschen mit Feuererscheinung verbunden ist. Das sich hierbei in den Gruben stark erwärmende Wasser und die sich entwickelnden Wolken von feinen Kohlentheilchen stellen eine Gefahr für den Arbeiter und eine Belästigung für die Gegend dar. Um diese möglichst zu beschränken, sind verschiedene Anordnungen getroffen worden. Die

Fig. 34.

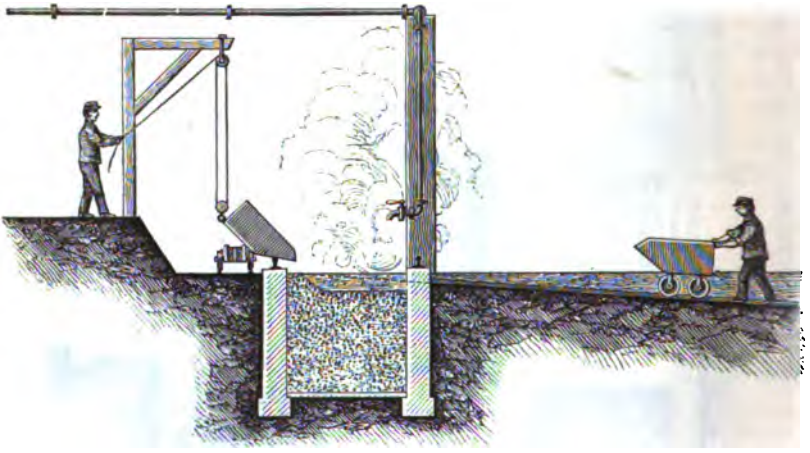


Bedachung der Gruben ist nur in seltenen Fällen nothwendig geworden. Dem Hineinfallen der Arbeiter ist durch Auflegen von Netzwerken, Anbringen von Schranken, Vorsichtsmaßregeln für das Einschütten von Koks und Anwendung einer solchen Anzahl von Koksgruben zum abwechselnden Gebrauch begegnet worden, daß das Wasser nicht bis zu der Temperatur erhitzt wird, die beim Absturz eines Arbeiters das Verbrühen zur Folge haben könnte. Zuweilen wendet man beim Entleeren der Kokswagen auch die durch Fig. 35 (a. f. S.) veranschaulichte Einrichtung an. Der Wagen wird durch die Kette eines Flaschenzuges umgestürzt und entleert; so kommt der Arbeiter nicht in die unmittelbare Nähe der Koksgrube. Der Transport des Koks von dem Ofen bis zur Grube geschieht in kleinen eisernen Wagen oder Karren.

Die Reinigung des Schweelcylinders.

Die Reinigung der Cylinderglocken muß je nach dem Schweelmaterial alle 4 bis 6 Monate erfolgen. Durch die hohe Temperatur der Glocken setzen sich Harze aus der Schweelkohle an den Glockenwänden ab, auch Koks und die Unreinigkeiten, wie Lehm und Thon, backen daran an. Durch die so gebildeten Unebenheiten wird das gleichmäßige Gleiten der Kohle beeinträchtigt, die Kohle bleibt an den rauhen Stellen hängen, es tritt zuweilen die Bildung von Schwefeleisen auf, und so können leicht hohle Räume im Schweelraume entstehen, die sich mit Gasen füllen und möglicherweise zu einer Explosion führen, wovon später noch die Rede sein wird. Die Reinigung geschieht in der Weise [1]), daß man mit Feuern aufhört und den Luftsauger so lange noch

Fig. 35.



wirken läßt, bis die Gase möglichst aus dem Ofen entfernt sind. Dann wird durch festen Verschluß der Drosselklappe der Cylinder von den übrigen getrennt und der Inhalt in kurzen Zeitintervallen abgezogen. Die entweichenden Gase werden angezündet und die Harze an den Glocken gerathen dadurch mit in Brand, so daß die darauf folgende Reinigung schon erleichtert wird. Zur Reinigung selbst werden die Glocken aus dem Cylinder mit einer besonderen geeigneten Vorrichtung gehoben, und dürfen beim Besteigen eines Cylinders nur Sicherheitslampen und kein offenes Licht benutzt werden. — Auf anderen Anlagen wird das Kaltlegen eines Ofens vorgenommen, indem man nach Einstellung des Feuers den Exhaustor weiter arbeiten läßt, und so lange in der üblichen Weise frische Kohle nachgiebt, bis der Cylinder zur Reinigung kalt genug ist. Dann

[1]) Grotowsky, Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, Lief. 6.

scheidet man ihn von den übrigen der Batterie und nimmt die Glocken heraus. Die zweite Methode beansprucht natürlich viel mehr Zeit als die erste, sie ist aber die vor Explosionen unbedingt sicherere.

Der Betrieb[1]) und das Betriebsergebniß des Schweelofens.

Die Schweelkohle kommt in faustgroßen Stücken mit einem Wassergehalt nicht unter 30 Proc. zur Verarbeitung. Diese Feuchtigkeitsmenge ist erfahrungsgemäß erforderlich, um die beste Ausbeute an Theer zu erzielen. Ist eine Kohle trockener, so muß sie vor dem Schweelen genäßt, oder ist sie feuchter, so muß sie schwach getrocknet werden. Die wasserreiche Kohle backt zusammen, wird innen nicht ausgeschweelt und die Theerausbeute vermindert sich. Außerdem entstehen im Innern des Kohlencylinders hohle Räume, in denen sich Gas ansammelt. Beim Ablassen des Koks sinkt dann die Kohle nicht gleichmäßig nach, man muß, um dieses zu erreichen, mit eisernen langen Stäben vom Schweelboden aus in die Kohle stechen, damit die an einander und an den Glocken angebackenen Kohlentheile nachgleiten. Sticht man hierbei in einen mit Gas angefüllten hohlen Raum, so ist durch den Zutritt der Luft die Möglichkeit einer Explosion gegeben. Schweelt man zu trockene Kohle, so vermindert sich wegen der schnellen und oft weitergehenden Zersetzung des Bitumens die Theerausbeute und der gewonnene Theer ist reich an saueren Körpern. Nach einiger Erfahrung lehrt schon das Aussehen einer Schweelkohle, ob sie die zum Schweelen günstige Wassermenge besitzt. — Früher war zuweilen, wie schon erwähnt, mit dem Schweelofen eine besondere Vorrichtung zum Vortrocknen der Kohle verbunden. Hat diese den Zweck, die Kohle nur bis zu einem Gehalte von etwa 30 Proc. Wasser zu trocknen, so ist sie unnöthig, weil man dasselbe leicht durch Lufttrocknung erreicht. Soll hingegen die Kohle dadurch stärker vor dem Schweelen getrocknet werden, so ist sie aus den schon erwähnten Gründen zu verwerfen.

Um den Schwefel, der bei der Destillation der Schweelkohle theils als Schwefelwasserstoff auftritt, theils mit den entstehenden Kohlenwasserstoffen sich zu neuen Körpern vereinigt, zu binden, sind verschiedene Versuche unternommen worden. Wagenmann[2]) besprengte die Kohle mit Kalkwasser und wusch den Theer mit Eisenvitriollösung. Dadurch wird wohl ein Theil dieses lästigen Begleiters des Destillationsproductes entfernt, aber ihn vollkommen auszuschließen, gelingt nur, wenn man die Schweelkohle sehr innig mit Eisenvitriol mischt, wobei allerdings der Koks unbrauchbar wird. Aus diesem Grunde und wegen der Umständlichkeit und der erhöhten Kosten ist eine derartige betriebsmäßige Arbeit ausgeschlossen. Ebenso hat sich der Zuschlag von Kalk beim Schweelvorgang[3]) als wirthschaftlich unmöglich herausgestellt, da eine vollkommene Entschwefelung des entstehenden Theeres nicht erzielt und der Ammoniakgehalt des Schweelwassers nicht in der Weise erhöht wurde, daß er die Ausgabe für

---

[1]) Hier soll nur das über den Schweelereibetrieb noch berichtet werden, was bisher nicht angeführt worden ist. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 135, 138. — [3]) Privatmittheilung von Krey.

den Kalk rechtfertigte. — Die einzige Möglichkeit könnte in dem Einbau von Schwefelverbindungen abſorbirenden Maſſen auf eiſernen Horden innerhalb der Glocken erſcheinen. Doch iſt man dieſem Vorſchlage noch nicht experimentell näher getreten. Die eminente Wichtigkeit einer auch nur theilweiſen Entſchwefelung der Braunkohlendeſtillate läßt hoffen, daß weitere Verſuche nach dieſer Richtung angeſtellt werden.

Die Temperatur, die zum Schweelen von bituminöſen Rohſtoffen erforderlich iſt, muß man durch die Erfahrung feſtſtellen. Die Schweelkohle der ſächſiſch-thüringiſchen Induſtrie deſtillirt man am geeignetſten mit ſo ſtarker Beheizung, daß die Schweelgaſe den Ofen mit einer Temperatur von 120 bis 150° C. verlaſſen. Durch Thermometer, die in die Abzugsrohre eingeſetzt werden, kann man die Feuerung leicht controlliren. Ziegler[1]) fand in den einzelnen Zügen des Schweelofens Temperaturen, die von oben nach unten gemeſſen zwiſchen 400 und 640° C. lagen und dem entſprechend im Innern des Cylinders, 30 cm von der Chamottewand entfernt, ſolche von 230 bis 330° C. Schliephacke erachtet für die höchſt zuläſſige Temperatur des Cylinders 900° C. — Dieſe Temperaturen mißt man entweder mit einem Graphitpyrometer oder noch beſſer mit den Seger'ſchen[2]) Normalkegeln.

Bei Planroſtfeuerung braucht die Schweelkohle 50 bis 66 Proc. Feuerkohle zum Schweelen, dagegen bei der Gasfeuerung nur 20 bis 25 Proc. und die Leiſtung des Ofens wird um 10 bis 15 Proc. erhöht. Dieſen zuletzt genannten Zweck verfolgt man aber nur in ſeltenen Fällen, man begnügt ſich bei der Unterſtützung durch Gasfeuerung mit dem Ergebniß, weſentlich weniger Feuerkohle zu verbrauchen.

Man ſchweelt in 24 Stunden bei gewöhnlicher Planroſtfeuerung in Cylindern mit 4′ Durchmeſſer 20 bis 25 hl Kohle, in ſolchen mit 5′ Durchmeſſer 25 bis 30 hl Kohle und in ſolchen mit 6′ Durchmeſſer 30 bis 35 hl Kohle. Der Koks wird hierbei alle anderthalb Stunden entfernt. Bei den Oefen, die mit Gasfeuerung geheizt werden, kann man in kürzeren Zwiſchenräumen den Koks abziehen und erhält ſo die ſchon hervorgehobene größere Leiſtung, die ſich bis auf 40 hl und mehr in 24 Stunden beim 5′-Cylinder erhöht. Das im Schweelcylinder angelegte Capital von etwa 5000 Mark erzielt damit natürlich eine höhere Rente.

Das Ramdohr'ſche Schweelverfahren.

Um bei der trockenen Deſtillation ſecundäre Zerſetzung zu vermeiden, unterſtützte Ramdohr[3]) den Schweelproceß durch Einleiten von überhitztem Waſſerdampf[4]). Der Waſſerdampf ſollte zur Beförderung des Schweelvorganges

[1]) Ueber Feuerungsanlagen; Jahresber. d. Tech.-Vereins d. ſächſ.-thür. Mineralölinduſtrie, 1889. — [2]) Seger, Ueber die Meſſung hoher Temperaturen; Ber. der fünften ordentlichen Generalverſammlung des Vereins „Deutſcher Fabriken feuerfeſter Producte“. — [3]) Ber. über die vierte Verſ. d. Vereins f. Mineralölinduſtrie, München 1869 (S. 24 bis 32). — [4]) Vor Ramdohr hatte ſchon Brown die Deſtillation von Kohle mit überhitztem Waſſerdampf ausgeführt und ein Patent auf dieſes Verfahren in England genommen. Chem. Gazette 1853, p. 476; Journ. f. pr. Chem. 61.

beitragen und den Theerdämpfen als Träger nach den Abzugsrohren dienen. Ramdohr ließ sich das Verfahren zunächst für die liegenden Retorten patentiren; der Dampf trat in einen Raum unter der Kohlenschicht ein, die auf eine rostartige Vorrichtung geschichtet war, und wurde unter die Kohlenlage vertheilt. Zugleich wurde er durch die Feuerung überhitzt. Ging die Operation richtig vor sich, so mußte das gewonnene Product, Dampftheer, vollständig sich verseifen lassen. Später brachte Ramdohr[1]) die gleiche Einrichtung an den stehenden Schweelöfen an. Er leitete den Dampf durch ein spiralförmiges oder in parallelen Lagen gewundenes Rohr, das dicht an der inneren Wand des Ofens anlag, am Ende geschlossen und an der unteren Seite mit zahlreichen feinen Löchern versehen war. Die Oeffnungen waren gegen die Kohle überall durch einen in seinem oberen Theile durchlochten oder jalousieartig construirten eisernen Schirm geschützt, so daß der Dampf stets gleichmäßig in die Kohle eindringen konnte. Auf seinem Wege durch die Rohre war er natürlich überhitzt worden. Die Condensation des Destillationsproductes geschah durch Wasserkühlung.

Dieses Schweelverfahren hat sich wenig bewährt und ist nur kurze Zeit betriebsmäßig durchgeführt worden. Das nach dieser Methode erhaltene Schweelproduct ist kein Braunkohlentheer im eigentlichen Sinne dieser Bezeichnung, denn darunter versteht man ein Zersetzungsproduct der Schweelkohle, während der Dampftheer das unzersetzte Bitumen der Schweelkohle darstellt. Die darauf folgende Destillation des Dampftheeres mußte so geleitet werden, daß eine vollständige Zersetzung des Bitumens eintrat, wenn man bei der Reinigung der Destillate unnöthige Verluste vermeiden wollte. Dies war mit einer einmaligen Destillation kaum zu erreichen. Daraus geht hervor, daß man den größten Theil des Bitumens schon beim Schweelprocesse in Kohlenwasserstoffe umwandeln muß, die bei der darauf folgenden Destillation des Theers schon gereinigt werden. Man hat bei der Ramdohr'schen Schweelmethode, um aus dem Theere Producte in derselben Reinheit wie bei dem üblichen Schweelverfahren zu erhalten, eine Destillation mehr vorzunehmen. Durch wiederholte Destillationen werden die Theerproducte in immer reinerem Zustande gewonnen und der Ramdohr'sche Schweelproceß kann in diesem Sinne nicht als eine Destillation angesehen werden.

Die Schweelöfen der Schieferindustrie.

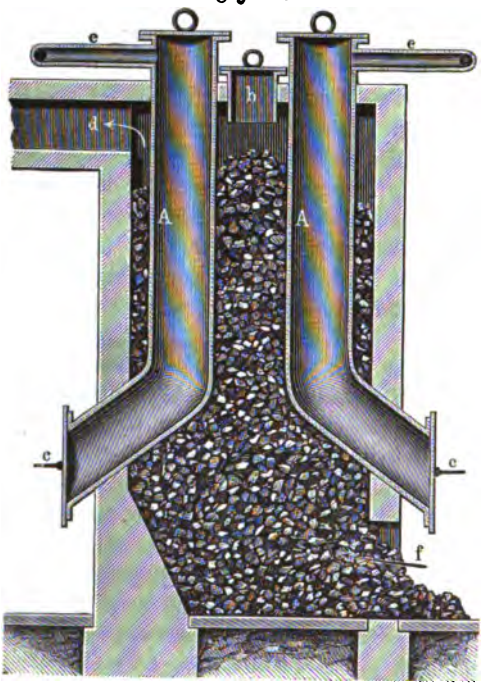
Zur Destillation des bituminösen Schiefers der Rheinprovinz benutzte man meist liegende lange Retorten, die den üblichen Steinkohlenretorten ähnlich waren[2]).

Der Liasschiefer in Württemberg (bei Reutlingen) wurde in stehenden Schweelöfen destillirt, von denen vier in einem Ofen vereinigt waren. Die Figuren 36 u. 37 (a. f. S.) veranschaulichen die Einrichtung. Die Retorten *AA* werden oben gefüllt und bei *C* wird der ausgeschweelte Schiefer abgezogen.

[1]) Deutsche Industrie-Zeitung 1878, S. 322 (D. R.-P. Nr. 2232). — [2]) Bohl, Dingl. polyt. Journ. 139, 216.

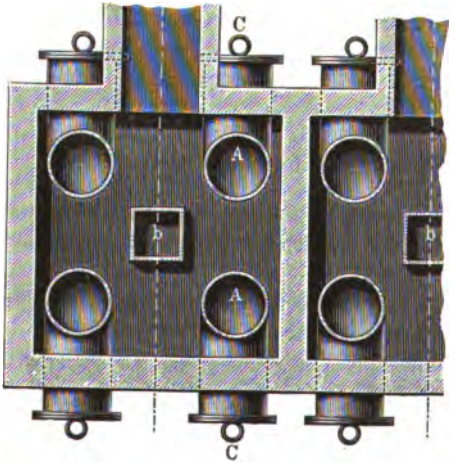
Die Schweelgase entweichen durch die Abzugsrohre *ee* nach der Condensation. Der Ofen wird bei *b* mit Heizmaterial beschickt, das bei genügendem Luftzutritt (von *f* aus) verbrennt. Die Feuergase ziehen durch *d* nach dem Schornstein, und der unverbrennliche Rückstand wird bei *f* aus dem Ofen entfernt.

Fig. 36.



Als Heizmaterial benutzte man früher Kohle, doch war diese viel zu theuer, um die Schieferdestillation lohnend erscheinen zu lassen. Auf die Anregung von Dorn[1]) verwandte man mit Erfolg an Stelle der Kohle den abgeschweelten Schiefer (Koks), vermischt mit minderwerthigem Schiefer. Der Liasschiefer eignet sich sehr gut als Feuerungsmaterial. In einem Ofen mit vier Retorten wurden in 24 Stunden 30 hkg[2]) Schiefer geschweelt, und brauchte man dazu als Brennmaterial 30 hkg Schieferkoks und 15 hkg Heizschiefer. Der Schiefer gelangte in faustgroßen Stücken in die Retorte und der Schieferkoks wurde bei *C* aufgefangen, mit einem Aufzug gehoben und bei *b* in die Feuerung gestürzt.

Fig. 37.



Diese Angaben haben zur Zeit nur noch historisches Interesse, da die diesen Schiefer verarbeitenden Schweelereien bei Reutlingen schon seit Jahren den Betrieb als unrentabel eingestellt haben.

---

[1]) Der Liasschiefer, Seite 20 u. f. — [2]) 1 hkg = 100 kg.

Die Schweelöfen der schottischen Industrie.

In der schottischen Mineralölindustrie sind zur Destillation des bituminösen Schiefers nur stehende Retorten in Anwendung, die sich in jeder Beziehung wesentlich von den in der Provinz Sachsen gebräuchlichen unterscheiden. Man benutzte bis zu Anfang der 80er Jahre ausschließlich zwei Arten von Retorten, die eine arbeitet nach einem längst eingeführten System und ist jetzt noch viel im Gebrauch, die Einrichtung der anderen ist von Henderson construirt. Die Form der ersten und ihre Bauart ist aus den Figuren 38 a und b zu ersehen. Die einzelne Retorte *A* ist 2,5 bis 3 m hoch und von rundem oder ovalem Querschnitt, im ersten Falle mit 0,6 m, im zweiten mit 0,6 und 0,3 m Durchmesser. Sechs bis acht solche Retorten sind in einem verticalen zweitheiligen Ofen

Fig. 38 a.

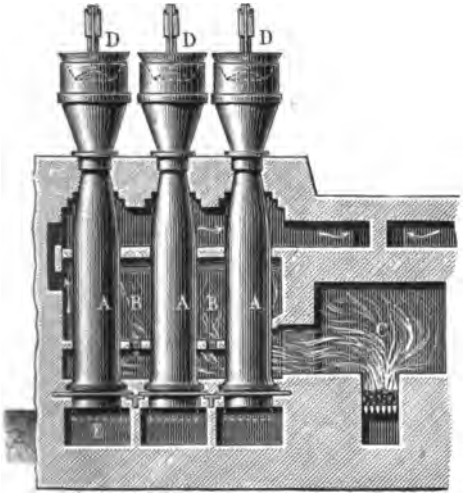
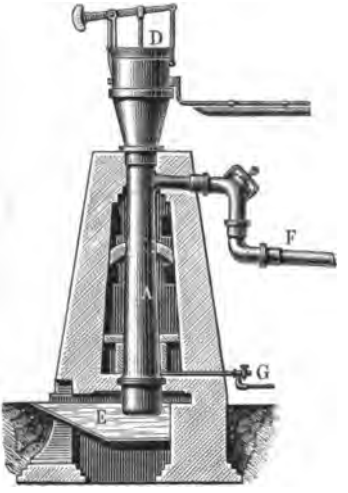


Fig. 38 b.

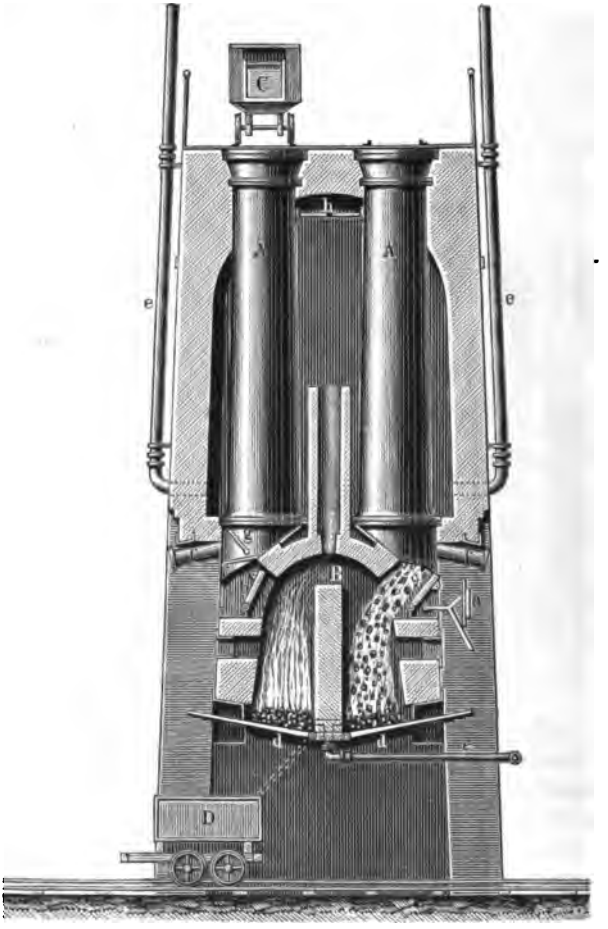


(die Figur zeigt die Hälfte eines solchen) aufgestellt, der von einer in der Mitte liegenden Feuerung *C* aus geheizt wird. Die Füllung geschieht mit Hülfe des Klappenventils *D* von oben und die Entfernung des ausgeschweelten Materials am Boden, der in den Wassertrog *E* eintaucht, dessen Inhalt einen hydraulischen Verschluß bildet. Die Theerdämpfe ziehen oben durch das Rohr *F* zur Condensation, während unten durch *G* ein Wasserdampfstrahl zugeleitet wird. Alle Stündlich wird etwas fester Schieferrückstand abgezogen, der durch das Wasser sofort gelöscht wird, während oben die entsprechende Menge von neuem, gut zerkleinertem Schweelmaterial nachgegeben wird. Dadurch wird ein continuirlicher Betrieb und ein gleichmäßiges allmäliges Ausschweelen des Schiefers erzielt.

Der Henderson'sche Retortenofen ist in Fig. 39 (a. f. S.) abgebildet. Die Retorten *AA*, von denen vier in einem Ofen mit einer gemeinsamen Feuerung vereinigt sind, haben ovalen Querschnitt, eine Höhe von ungefähr 4,5 m und fassen 8 hkg Schiefer. Die Retorte wird oben aus dem Wagen *C*

gefüllt, und der an einem Scharnier drehbare Bodenverschluß *a* ermöglicht, den abgeschweelten Schiefer direct in den Feuerungsraum fallen zu lassen. Ist die Retorte unten geschlossen, so schließt auch die Klappe *b* den Feuerungsraum (siehe die linke Seite des Ofens). Die Schieferrückstände enthalten noch 12 bis 14 Proc. Kohlenstoff und dienen neben den nicht verdichteten Schweelgasen, die durch *c* aus der Condensation der Feuerung zugeleitet werden, als Heizmaterial.

Fig. 89.



Diese Feuerung genügt meist, um die Schweeltemperatur zu erreichen, und nur zeitweise muß noch mit einer geringen Menge Steinkohle nachgeholfen werden. Durch die bewegliche Bodenplatte *d* kann man die Verbrennungsrückstände aus dem Feuerraume in den Wagen *D* fallen lassen und abführen. Die Feuergase entweichen durch die Röhren *ee* und die Schweelgase durch die Ansatzstutzen *ff*, die nach der Retorte durch den Rost *g* abgeschlossen sind, damit kein Schiefer

dahin fallen kann. Die Ableitung der Schweelgase ist an das untere Ende gelegt, weil hier die geringste Hitze herrscht und so die Dämpfe aus dem heißesten Schweelraume in immer kühlere Stellen der Retorte gelangen und der Zersetzung und der Bildung von nicht condensirbaren Gasen entgehen. Auch in diesen Retorten geschieht die Destillation mit Hülfe von Wasserdampf, der durch Ueberheizungsröhren, die längs der Retorten *A A* laufen, bei *h* eintritt und so die Schweelgase von oben nach unten und durch *f* in die Condensation treibt. Die Destillation dauert 16 Stunden, nach dieser Zeit wird die Retorte entleert und wieder gefüllt. Dies geschieht abwechselnd, so daß man bei Oefen mit vier Retorten alle vier bis fünf Stunden eine Füllung vornimmt. Young hat als beste Temperatur zum Schweelen von Boghead-kohle 315 bis 371° C. angegeben; bei der Destillation von Schiefer geht man in dem zuerst beschriebenen Ofen auf 650 bis 820° C., während man bei dem Henderson'schen Schweelofen eine Temperatur von etwa 425° C. für die günstigste erachtet. — Um eine Mehrausbeute an Ammoniak von 20 bis 30 Proc. im Schweelwasser zu erzielen, soll es sich empfehlen, nach Schluß der Destillation noch einige Zeit lang überhitzten Wasserdampf durch die möglichst heißen Schieferrückstände streichen zu lassen.

Fig. 40.

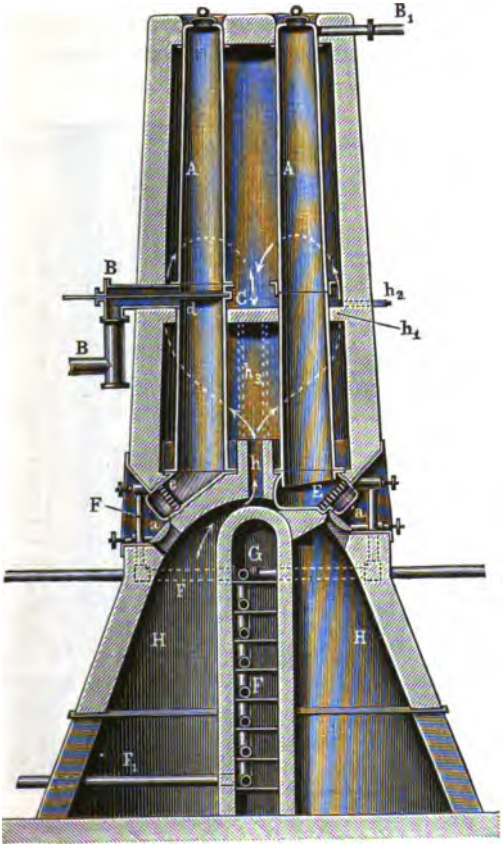


Fig. 40 zeigt einen Schweelofen, wie er von Young im Jahre 1881 construirt worden ist [1]). Die Retorten *A A* bestehen aus Eisen und je zwei

[1]) Mills, Destructive Distillation, p. 114.

sind neben einander aufgestellt. Sie werden von oben gefüllt. Der ausgeschweelte Schiefer wird am Boden der Retorte, der durch eine Platte mit Verschluß *aa* gebildet ist, entfernt, fällt nach der Feuerung *H* und dient als Heizmaterial. Die Feuergase, deren Weg durch Pfeile bezeichnet ist, ziehen von *H* durch den Canal *h* zwischen die Retorten und erhitzen den unteren Theil, der von dem oberen durch einen gemauerten Schied getrennt ist; dann gehen sie von da durch die Oeffnung h_1 dieses Schiedes nach dem oberen Ofenraum. Der Zugang der Feuergase dahin wird durch den Schieber h_2 regulirt. Sie umstreichen den oberen Theil der Retorten und entweichen durch h_3 nach *G*

Fig. 41.

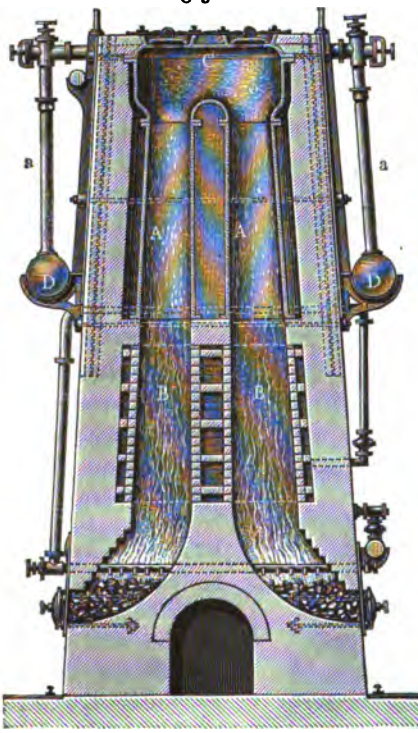
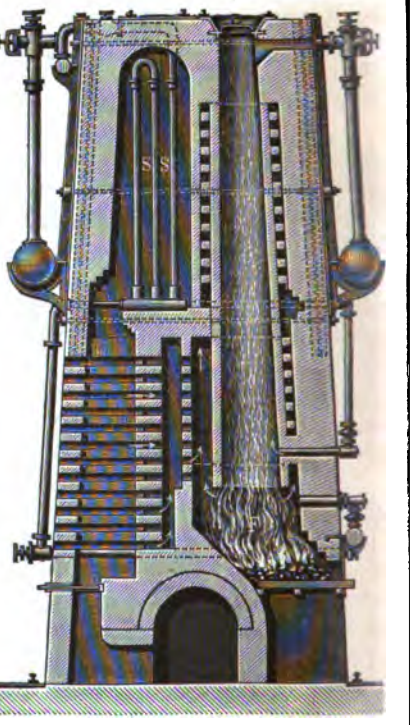


Fig. 42.



und dann nach dem Schornstein. Die Feuerung wird so geleitet, daß der untere Theil der Retorten in Kirschrothgluth und der obere in schwacher Rothgluth steht. Die Destillationsproducte entweichen durch *B* und B_1. In der rechten Retorte müssen sie daher bis nach dem Retortenkopf steigen, während dies in der linken nicht erforderlich ist. In dieser kann auch der Schieber *d* die zwei Retortenhälften innen von einander trennen. Es wird, wie bei allen Schweelöfen der schottischen Industrie, mit Unterstützung von Dampf geschweelt, er tritt durch das Rohr F_1 *F* in den Ofen, geht durch *G*, wo er durch die abziehenden Verbrennungsgase erhitzt wird, nach *E* und strömt aus dieser Kammer durch viele kleine Oeffnungen *ee* in die Retorte.

Der Schweelofen von Young und Beilby[1]), wie er seit dem Jahre 1882 ausgeführt wird, zerfällt in zwei von einander getrennte Theile. In Fig. 41 sind die eigentlichen Retorten dargestellt, während in Fig. 42 der mit dem Schweelofen verbundene Gasgenerator und der Ueberhitzer *S* abgebildet sind. Der obere Theil der Retorten *A* ist aus Eisen, während der untere *B* aus Chamottesteinen hergestellt ist, da dieser eine sehr hohe Hitze auszuhalten hat. Der in *S* überhitzte Dampf wird während des Schweelprocesses im unteren Theile eingeführt und erzeugt im Schweelraum eine ziemlich hohe Temperatur, die noch erhöht wird durch die äußere Erhitzung der Retorten mit den Gasen des Generators. Die Retorten werden oben bei *C* gefüllt und von dort werden auch die Destillationsproducte durch *a* nach den Vorlagen *D* und den Condensatoren geleitet.

Durch diese sehr große Hitze im Schweelofen will man eine möglichst vollständige Umsetzung des im Schiefer enthaltenen Stickstoffs in Ammoniak erzielen.

Der Gasgenerator besteht aus einer verticalen Retorte aus Steinen, die oben geschlossen und durch ein Abzugsrohr mit einem System von Kühlrohren verbunden ist. Im unteren Theile befindet sich die Feuerung *F*, zu der die Luftzufuhr durch Schieber regulirt werden kann. Der Generator wird von oben mit Kohle gefüllt, die bis zum Roste fällt. Der obere Theil ist mit Feuerzügen umgeben, durch die die Gase streichen und die Retortenwand in volle Rothgluth bringen. In diesem Theile wird die Kohle geschweelt, die Destillationsproducte entweichen und werden zum Theil condensirt, die nicht verdichteten Gase kehren in den Ofen zurück. Der Koks sinkt nach unten, trifft mit einem Gegenstrom von Dampf zusammen, wird zum Theil noch zur Ammoniakbildung benutzt und verbrennt auf dem Roste zu Kohlenoxydgas, das nach den Feuerzügen der Schweelöfen geleitet wird.

Der Schweelofen von Couper-Rae[2]), wie ihn die Fig. 43 (a. f. S.) darstellt, besteht aus den zwei Retorten *A A* und den darunter liegenden Kammern *B B*, die aus feuerfesten Steinen gebaut sind und doppelt so viel als die Retorten selbst fassen. Die Retorten werden durch die Feuergase von *B* erhitzt und außen ziehen die Feuergase durch die Züge *E E*. Eine Eigenthümlichkeit dieses Systems ist, daß bei *C* durch einen Dampfstrahlsauger Luft eingeblasen wird. Diese Einrichtung soll eine Beschleunigung des Destillationsprocesses bezwecken. Young[3]) sucht den gleichen Vortheil zu erreichen, indem er die flüchtigen Producte in dem Schweelofen in lebhafte Bewegung bringt, entweder durch mechanische Mittel oder indem er comprimirte Gase oder Dämpfe einströmen läßt.

Die Condensation der Schweeldämpfe erfolgt in einem System von 70 bis 100 Röhren, die einen Durchmesser von 10 cm haben und der stehenden Condensation der sächsischen Schweelereien ähnlich sind. Ein gemeinsamer Trog, auf dem die Röhren stehen, nimmt das Condensationsproduct auf, das

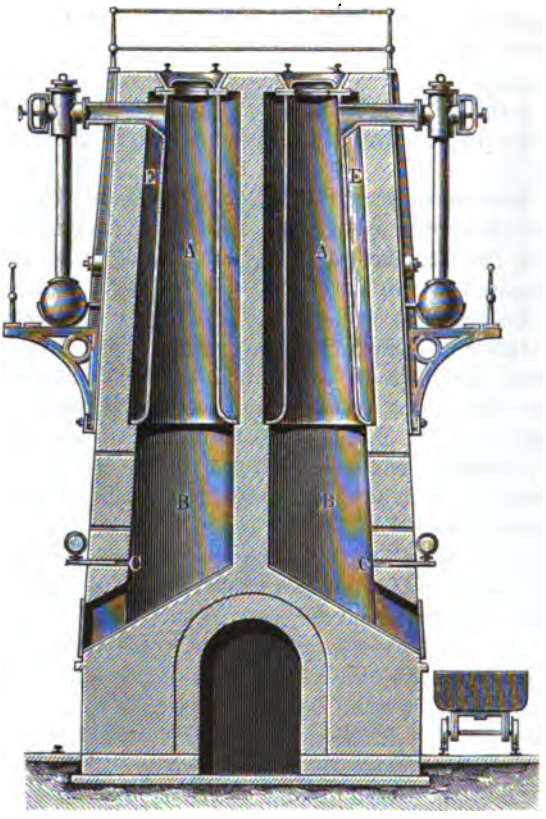
---

[1]) Mills, Destructive Distillation, p. 115. — [2]) Ebendaselbst, p. 116. — [3]) Berl. Ber. 1878, S. 422.

von da in eine Sammelgrube läuft. Es bildet 1/3 der gesammten Schweeldämpfe und besteht aus etwa 25 Proc. Theer (Rohöl, Crude oil) und 75 Proc. Ammoniakwasser. In der Grube trennt sich das Rohöl von dem Wasser, und wird diese Scheidung zuweilen durch Dampf unterstützt, der durch eine in der Grube liegende Schlange streicht.

Außer den erwähnten Retorten und den damit üblichen Destillationsverfahren sind noch andere Einrichtungen in Vorschlag gebracht worden, die aber unseres Wissens sich keinen Eingang in die Industrie verschafft haben. Laudre, Gras und Boucherie [1]) erhielten ein Patent auf eine stehende Retorte, die aus zwei elliptischen Cylindern bestand, zwischen die das Schweelmaterial gebracht wurde und von denen der innere einige Oeffnungen zum Abzug der Theerdämpfe besaß. Nach der Destillation wurde der Rückstand unten entfernt.

Fig. 43.



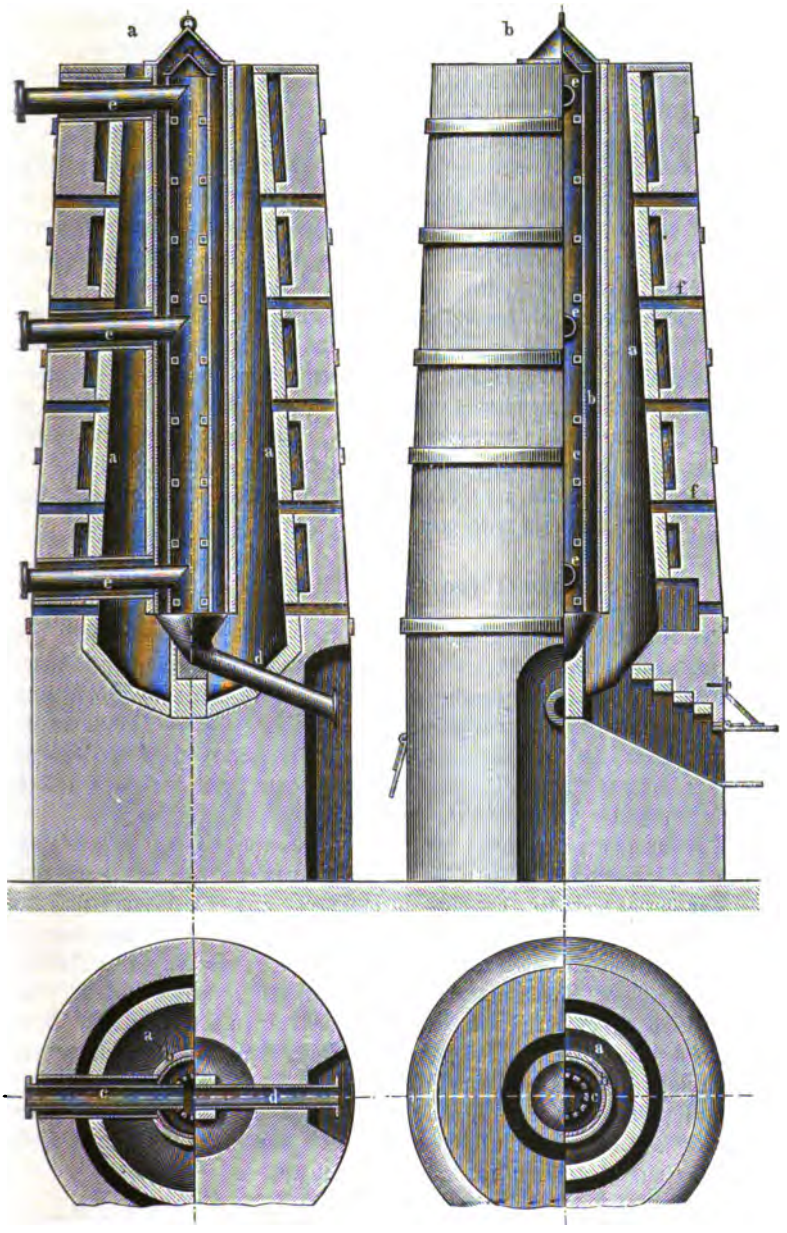
A. V. Newton [2]) wollte durch die Destillation des Schiefers sofort ein reines Oel gewinnen, indem er über den Schiefer in der Retorte eine Sandschicht brachte und dann bei geringer Hitze schweelte.

Die Schweelöfen der französischen Industrie.

In Frankreich benutzte man zur Destillation von bituminösem Schiefer, wie wir gesehen haben, stehende Retorten, deren Einrichtung primitiv und der der Schachtöfen ähnlich war. Diese Oefen wurden mit Steinkohle geheizt.

[1]) Rep. of patent. Febr. 1860, p. 99. Wagner's Jahresber. 1860, S. 573. — [2]) London. Journ. of arts 1856, p. 7; Polyt. Centralbl. 1857, S. 412.

Fig. 44.



Um den ausgeſchweelten Schiefer, der noch reich an Kohlenſtoff (12 Proc.) iſt, zu verwerthen, conſtruirten Champeaux und Pinard [1]) einen neuen Schweelofen. Bei den gewöhnlichen Oefen braucht man in der Gegend von Autun 7 bis 8 Proc. Steinkohle auf den Schiefer, dieſes Feuerungsmaterial ſoll bei dem neuen Apparat erſpart werden. Der cylindriſche Ofen iſt, wie die Figuren 44 a und 44 b (a. v. S.) zeigen, von einem Mantel *a* umſchloſſen, der aus Kernſchacht, Iſolirſchicht und Rauhgemäuer beſteht und hat einen unteren Durchmeſſer von 3,35 m und einen oberen von 2,44 m, während die Höhe 8,75 m beträgt. Im Inneren befindet ſich die eigentliche Retorte *b* aus Gußeiſen mit Chamotteüberzug, die oben mit einem Fülldeckel und unten mit dem Abzuge *d* für den Rückſtand verſehen iſt. In der Retorte hängt ein zweiter aus einzelnen Stäben beſtehender Cylinder *c*, aus deſſen Innerem die durch übergeſchobene Rohrſtücke gegen das Feuer geſchützten Abzugsröhren *e e* die Deſtillationsproducte nach den Kühlvorrichtungen leiten. Beim Betriebe wird der zu deſtillirende Schiefer in den Zwiſchenraum zwiſchen den beiden Cylindern *b* und *c* gefüllt. Der abgeſchweelte Schiefer wird durch den Abzug *d* entfernt und oben in den Ring zwiſchen der Retorte *b* und den Mantel *a* geſchüttet und dient als Heizmaterial für die nächſte Charge. Der Gang der Feuerung wird durch die verſchließbaren Luft- und Schaulöcher *f f* regulirt, während die Feuerungsrückſtände durch zwei ſich gegenüber liegende Thüren herausgeſchafft werden. In 24 Stunden wird viermal friſch gefüllt.

Die Schweelöfen der Meſſeler-Induſtrie.

Der bituminöſe Schiefer, der geſchweelt werden ſoll, wird zunächſt in Zerkleinerungsmaſchinen gebracht, wo er zwiſchen zwei ſich gegen einander drehenden Walzen mit Brechdaumen gebrochen wird. Von da werden die Stücke durch ein Becherwerk auf Sortirſiebe geworfen. Dieſe Siebe haben Löcher von verſchiedener Weite, ſo daß jedes Stück, allmälig vorwärts geſchoben, ſchließlich durch das paſſende Sieb fällt. Auf dieſe Weiſe wird der Schiefer vollſtändig nach der Größe der Stücke ſortirt.

Das am beſten zerkleinerte Material wird in einem Ofen geſchweelt, der dem in der ſächſiſch-thüringiſchen Induſtrie gebräuchlichen ſtehenden gleich iſt.

Der übrige Schiefer, der etwa in fauſtgroße Stücke zerſchlagen iſt, wird vor dem Schweelen erſt getrocknet. Daſſelbe geſchieht auch mit dem als Feuerungsmaterial dienenden Schiefer. Für beide Verwendungsarten ſoll ſich eine vorhergehende Trocknung als ſehr zweckmäßig erwieſen haben. Der Schiefer wird zu dieſem Zwecke in eigens conſtruirten Oefen auf ein Drahtgeflecht ohne Ende geſchüttet, das ſich in beſtändiger Bewegung befindet, während mit Ventilatoren ein Strom von Feuergaſen durch das Material, ſeiner Bewegung entgegen, getrieben wird, der ein Anbrennen oder Glimmen des Schiefers verhindert [2]). Das getrocknete Material wird vom Ofen aus durch Hebevorrichtung und Kettenbahn den Schweelöfen zugeführt.

[1]) Zeitſchr. d. Vereins deutſch. Ingenieure 1870, S. 455. — [2]) Die Gewerkſchaft Meſſel beſitzt ein Patent auf dieſe Einrichtung (D. R.-P. Nr. 48413).

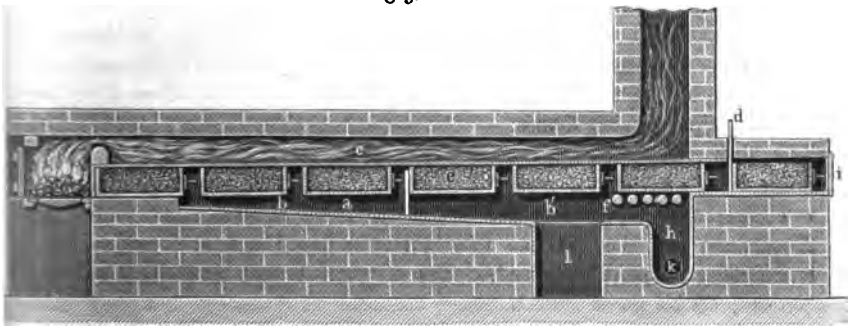
Dieſe Schweelöfen ſind denen ähnlich, wie ſie in Schottland üblich ſind. In einem mit feuerfeſten Steinen ausgebauten Ofen ſind vier ſenkrecht ſtehende Retorten eingeſetzt, die einen elliptiſchen Querſchnitt von etwa 0,3 qm beſitzen und etwa 3 m hoch ſind. Ein Deckel ſchließt die Retorte oben dicht ab, nachdem ſie durch dieſe Oeffnung gefüllt worden iſt. Innen iſt ein fiſchbauchartiges Rohr eingeſetzt, ſo daß ſich der Schiefer in ſchwacher Schicht zwiſchen dieſem und der Retortenwand befindet. Die Retorten werden durch Generatorfeuerung geheizt und acht Oefen mit je vier Retorten ſind zu einem großen Ofen zuſammengefügt.

Das Schweelen wird durch Einleiten von überhitztem Waſſerdampf unterſtützt. Die Schweeldämpfe werden mit Ventilatoren abgeſogen und in Waſſerröhrenkühlern zur Condenſation gebracht.

Die Schweelöfen der Torfinduſtrie.

Die Deſtillation des Torfes geſchah in der Regel in Schachtöfen von früher beſchriebenen Conſtructionen. In Irland waren meiſt die von Belford im Gebrauch [1]). In Anhalt benutzte man nach Heß [2]) die Jacobi'ſchen Oefen, und zwar wurde der Torf in Trockenſchuppen erſt getrocknet, ſo daß nur lufttrockener Torf zum Verſchweelen kam. Der Betrieb der Oefen war ununterbrochen und der erhaltene Koks wurde theilweiſe wieder zur Feuerung der Schachtöfen verbraucht.

Fig. 45.



In Rußland [3]) (Waſiljewskoe bei Twer), wo die Torfſchweelerei-Induſtrie auch ſchon längſt eingegangen iſt, wurde der Torf in den 60er Jahren in cylindriſchen, ſtehenden Retorten von 57 cm Durchmeſſer und 4,4 m Höhe verarbeitet. Je neun davon waren in einem Ofen mit zwei Feuerungen zu einem Syſtem vereinigt, die in 24 Stunden gegen 100 hkg Torf ſchweelten. Ein anderer Apparat zur Deſtillation von dieſem Rohſtoff iſt von Williams [4]) conſtruirt worden. Die Fig. 45 zeigt den Apparat im Längendurchſchnitt. *g* iſt der Feuerherd,

[1]) Vergl. Seite 44. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 153, 380. — [3]) Jacobi, ebend. 168, 311. — [4]) Technologiste, Juin 1863, p. 458; Dingl. polyt. Journ. 170, 107.

c ist die aus Eisenplatten bestehende Sohle, unter der sich der Destillationsraum *a* mit dem geneigten Boden *b* befindet. Das Schweelmaterial wird in die Kasten *ee* . . . in 15 bis 20 cm dicker Schicht gefüllt und langsam durch *a* hindurch geschoben. Zum Einsetzen in den Destillationsraum dient ein Vorraum', der durch die Thür *i* von der äußeren Luft und durch den Schieber *d* von dem Destillationsraum abgesperrt werden kann. Bei geschlossenem Schieber wird der Kasten in den Vorraum eingesetzt, dann wird die Thür geschlossen, der Schieber geöffnet und mit einer Stange der Kasten in den Destillationsraum geschoben. Zur leichteren Bewegung der Kasten sind in diesem Raume Rollen *f* angebracht, von denen in der Zeichnung nur einige skizzirt sind. Die Kasten passiren nun langsam den Destillationsraum, bis sie in die Nähe des Feuerherdes kommen, wo das Schweelmaterial der größten Hitze ausgesetzt und vollkommen ausgeschweelt wird; dort werden die Kasten aus einer seitlich liegenden (daher in der Zeichnung nicht sichtbaren) Vorkammer herausgenommen, die ähnlich dem beschriebenen Vorraume eingerichtet ist. Die Destillationsproducte gelangen nach dem Raume *h*, der zur besseren Condensation mit Wasser gekühlt sein kann, und von da laufen die flüssigen Producte durch das Rohr *k* in die Theergrube, und die gasförmigen werden nach dem Gasometer geleitet. Bei *b* ist das Mauerwerk des Destillationsraumes unterbrochen und der Boden besteht nur aus einer dünnen Zinkplatte, der darunter befindliche Gang *l* führt ins Freie. Diese Vorrichtung dient als Sicherheitsventil bei Explosionen und soll, weil die Zinkplatte leicht zerstört und den Gasen dann eine weite Ausströmungsöffnung geboten wird, eine Zertrümmerung des Ofens verhindern. Will man die Destillationsproducte je nach den verschiedenen Stadien der Destillation getrennt gewinnen, so muß man den Destillationsraum durch Schieber in verschiedene Kammern theilen, die bei der Bewegung der Kasten geöffnet werden können.

Noch erwähnenswerth erscheint ein Schweelapparat, weil dabei zum ersten Male die Destillation unter Druck ausgeführt wurde. Er ist gleichfalls von Williams[1]) construirt und in England patentirt worden und sollte „zur Darstellung von Paraffin und flüchtigen Leuchtstoffen aus Torf und anderen bituminösen Rohstoffen dienen". Der Apparat bestand aus einer eisernen Retorte, die die Form eines stehenden Cylinders hatte und die mit einer Vorlage dicht schließend verbunden war. Die Vorlage hatte ein Sicherheitsventil; zur Regulirung des Druckes war ein Hahn angebracht, durch den die Gase unter einem bestimmten Drucke nach der gekühlten Vorlage entwichen. Der Druck konnte bis 20 Atm. steigen. Das zu verschweelende Material wurde in eisernen Körben in die Retorte gestellt und diese schnell stark erhitzt, nach beendeter Destillation wurden die Körbe vom Rückstande entleert und frisch gefüllt.

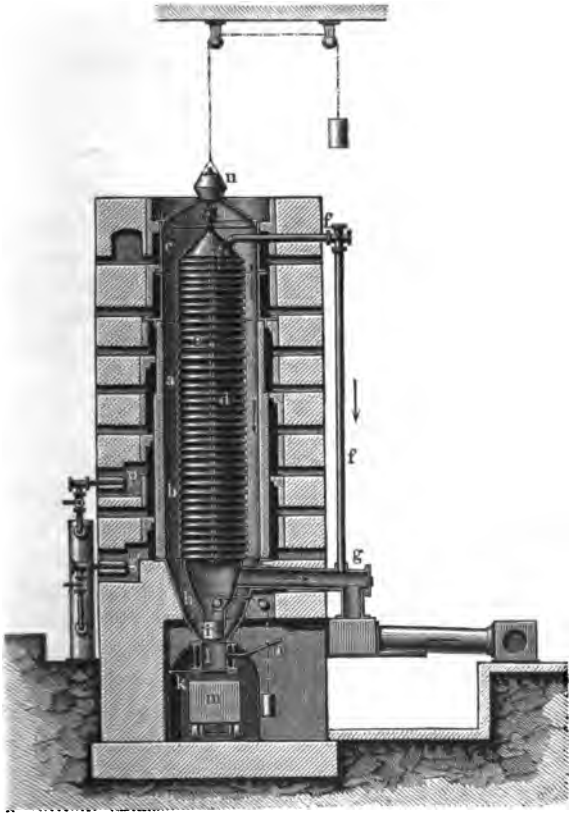
Nach der Angabe des Patentträgers sollte durch dieses Verfahren die Menge der gasförmigen Producte sich vermindern und die der festen und flüssigen zunehmen.

---

[1]) London. Journ. of arts, Sept. 1861, p. 152.

Bohl hielt die horizontalen Retorten zum Schweelen des Torfes geeigneter als die übrigen Apparate und bewies dies durch Verſuche, die er mit den verſchiedenen Oefen vornahm [1]). Bohl iſt wohl der beſte Kenner der Torfſchweelerei-Induſtrie geweſen, und daher iſt ſeine Anſicht über dieſen Induſtriezweig beſonders bemerkenswerth. Er betont, daß die Deſtillation des Torfes ſich nur dann lohne, wenn die Theerausbeute mindeſtens 4 Proc. betrüge, er an Ort und Stelle deſtillirt werden könne und die Verarbeitung des Theeres gleich in der Nähe geſchähe. Erfüllten ſich dieſe Bedingungen nicht, ſo müßte die Verarbeitung des Torfes auf Theer eingeſtellt werden. In Deutſchland wird ſchon ſeit Jahrzehnten kein Torf mehr deſtillirt, erſt in der jüngſten Zeit hat man damit wieder begonnen und iſt der dazu benutzte Ofen, wie er von Stiemer und Ziegler conſtruirt worden iſt, dem in der ſächſiſch-thüringiſchen Induſtrie gebräuchlichen annähernd gleich [2]). Fig. 46 zeigt einen ſolchen Ofen. Der Schweelraum *a* iſt 25 cm weit und wird nach oben hin durch ein Ventil *n* abgeſchloſſen. Der äußere Ring des Schweelraumes iſt im unteren Theile, $^2/_3$ des Cylinders, *b* aus Chamotteſteinen und im oberen, $^1/_3$ des Cylinders, aus gußeiſernen Ringen hergeſtellt, den inneren Ring bilden die Glocken *d*. Der Conus *h* wird nach unten durch das Ventil *i* geſchloſſen; wird dieſes geöffnet, ſo fällt der ausgeſchweelte Torf in den eiſernen Kaſten *l*, der doppelwandig iſt, mit Waſſer gekühlt werden kann und deſſen

Fig. 46.



[1]) Dingl. polyt. Journ. 152, 390. — [2]) Zeitſchr. für angew. Chemie 1893, S. 524.

Verſchluß durch den Schieber *k* erfolgt. Die Beheizung des Ofens geſchieht durch die nicht verdichteten Gaſe der Torfdeſtillation, die bei *p* und *g'* in die Feuerzüge eingeleitet und angezündet werden. Die Theerdämpfe werden durch die Rohre *f* und *g* abgeſogen.

Der Koks wird in dem Kaſten *l* durch Dampf, der durch *o* einſtrömt und mit Natronſalpeter geſchwängert ſein ſoll, abgelöſcht, wobei der Koks in feſten Stücken erhalten wird. Der abgelöſchte Koks fällt aus *l*, nachdem der Schieber *k* geöffnet iſt, in den darunter geſtellten Transportkaſten *m*.

Viertes Capitel.

Die Producte der trockenen Destillation.

Durch die trockene Destillation der bituminösen Rohstoffe erhält man vier verschiedene Producte, nämlich flüssige und feste Kohlenwasserstoffe (Theer), gasförmige Körper, die bei gewöhnlicher Temperatur und beim Atmosphärendruck sich nicht verdichten, ferner Wasser (Schweelwasser), worin das entstandene Ammoniak und dessen organische und anorganische Salze gelöst sind, und endlich den Rückstand.

Der Theer.

Der Theer, wie er in den Schweelereien der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie erzeugt wird, besteht in der Regel außer aus flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen der Fettreihe noch aus unzersetztem Bitumen, das bei der darauf folgenden Destillation in Kohlenwasserstoffe verwandelt wird. Außerdem sind geringe Mengen aromatischer, saurer und basischer (stickstoffhaltiger) Körper im Theer enthalten. Sauerstoffhaltige noch nicht näher charakterisirte Producte (Alkohole und Ester), Aldehyde und organische Schwefelverbindungen sind gleichfalls nachgewiesen worden. Näheres über diesen Gegenstand wird später [1]) ausführlich angegeben werden.

Das specifische Gewicht des Braunkohlentheeres, bei 35° R. bestimmt, schwankt nach dem Ausgangsmaterial zwischen 0,820 bis 0,950, und sein Erstarrungspunkt liegt zwischen 15 und 30° C. Er hat eine gelblich braune oder schwarze Farbe und ist bei gewöhnlicher Temperatur von butterartiger Consistenz. Im geschmolzenen Zustande besitzt er dunkelgrüne Fluorescenz und sein Geruch ist eigenartig kräftig, zuweilen nach Schwefelwasserstoff. Seine Bestandtheile sieden zwischen 80° bis über 400° C., die Hauptmenge geht bei der Destillation zwischen 250 und 350° C. über. Der Theer ist ein schlechter Wärmeleiter und leitet die Elektricität nicht.

Für seine Bewerthung kommen für die Fabrikpraxis folgende Bestimmungen in Betracht: 1. Das specifische Gewicht. Das specifische Gewicht wird

[1]) Siehe Capitel: Die Chemie des Braunkohlentheeres.

mit dem Picnometer oder Aräometer festgestellt, das vom Verein für Mineralölindustrie in Halle a. S. dazu bestimmt ist. Das zuletzt genannte Verfahren ist das gebräuchlichste. Die Temperatur, bei der die Wägung vorgenommen wird, muß stets 35° R. betragen. Bei geringen Abweichungen von einem Grad darüber oder darunter wird in der dritten Decimalstelle des specifischen Gewichtes 1 dazu gezählt oder abgezogen. Die Werthmessung des Theeres nach seinem specifischen Gewicht gründet sich darauf, daß seine werthvolleren Bestandtheile, die leichten Oele und das Paraffin, das specifische Gewicht erniedrigen, während die bei seiner Verarbeitung zu entfernenden saueren und basischen Körper dieses erhöhen. 2. Der Erstarrungspunkt. Der Erstarrungspunkt kann nach den üblichen Methoden festgestellt werden. Die bequemste ist wohl die, den geschmolzenen Theer in einem kleinen Porcellantiegel erstarren zu lassen und an dem Thermometer, mit dem man rührt, die Temperatur abzulesen. Besonders für höhere Erstarrungspunkte ist auch die folgende Methode geeignet. Man taucht das Thermometer in den flüssigen Theer von 60 bis 70° C. und läßt beim Herausziehen einen Theertropfen an der Quecksilberkugel hängen. Das Thermometer wird gegen Luftzug geschützt und, sobald der Tropfen erstarrt, die Temperatur abgelesen. Nach einiger Uebung erhält man nach beiden Methoden zuverlässige Resultate. Der Erstarrungspunkt wird im Wesentlichen durch den Paraffingehalt bedingt. Indessen empfiehlt es sich nicht, eine besondere Paraffinbestimmung schon im Theer wegen seines Bitumengehaltes vorzunehmen, sondern erscheint es rathsam, diese Bestimmung erst bei den Destillationsproducten auszuführen. Alle diese Untersuchungen liefern nur Zahlen von Vergleichswerth. Die maßgebende Untersuchung geschieht 3. durch die Destillation. Man kann dabei im Wesentlichen zwei Verfahren unterscheiden. Bei beiden Methoden werden etwa 200 g aus einer Retorte oder einer kleinen Destillirblase mit geringer Steighöhe destillirt. Man trennt nun einmal so, daß man das Destillat, bis der Tropfen auf Eis erstarrt, als leichtes Rohöl und den Rest als Paraffinmasse ansieht. Von der Paraffinmasse kann man den letzten Theil, sobald sich das Destillat röthet und von schmieriger Beschaffenheit ist, besonders auffangen und als rothe Producte ansprechen. Zurück bleibt der Koks, und der Verlust an Gas ergiebt sich aus der Differenz. Von dem leichten Rohöl stellt man das specifische Gewicht [1]) und durch Ausschütteln mit Natronlauge von 38° Bé. den Gehalt an saueren Körpern fest. Die Paraffinmasse wird abgekühlt auf 2 bis 3° C. und zwischen Filtrirpapier oder Leinwand gepreßt. Von dem gewonnenen Paraffin bestimmt man noch den Schmelzpunkt [1]).

Während bei dieser Analyse ohne Thermometer destillirt wird, benutzt man es bei dem zweiten Verfahren und trennt das Destillat in folgende Fractionen: bis 250°, 250 bis 300°, 300° bis zur Trockne. Außerdem wird festgestellt, nach wie viel Procenten das Destillat auf Eis erstarrt. Von der ersten Fraction bestimmt man den Gehalt an saueren Körpern und das specifische Gewicht, von der zweiten und dritten das specifische Gewicht und den Erstarrungs-

[1]) Siehe Capitel: Die Laboratoriumsarbeit.

punkt. Der Koks wird gewogen, und die procentische Zusammensetzung ist aus den erlangten Ergebnissen leicht zu berechnen. Aus den Eigenschaften der einzelnen Fractionen kann man auf den Werth des Theeres schließen. Je niedriger das specifische Gewicht und je ärmer an saueren Körpern die erste Fraction ist, desto werthvoller ist das leichte Rohöl, und je niedriger die beiden folgenden Fractionen erstarren, desto größer ist der Gehalt des Theeres an werthvollem Paraffin. Beispiele von drei Sorten Theer, die nach beiden Methoden (A und B) analysirt worden sind, sind in umstehender Tabelle (S. 88) zusammengestellt.

Anstatt so kleine Mengen zur Untersuchung des Theeres zu verwenden, kann man auch ein größeres Quantum aus einer dem Betriebe nachgeahmten Blase destilliren und die einzelnen Fractionen weiter untersuchen.

Der Theer, der aus dem bituminösen Schiefer der Rheinprovinz erhalten wurde, war von hellbrauner Farbe und erstarrte schon bei etwa 9° R. butterartig. Sein specifisches Gewicht bei 14° R. betrug 0,850 bis 0,870 [1]).

Der Theer der schottischen Industrie, wie er aus den Retorten des alten Systems gewonnen wird, besitzt ein specifisches Gewicht von 0,880 bis 0,900, während sein specifisches Gewicht niedriger ist, etwa 0,850 bis 0,875, wenn mit Retorten neuerer Construction gearbeitet wird. Sein Erstarrungspunkt liegt zwischen 10° und 20° C., die Farbe ist heller als die des Braunkohlentheeres, braunroth, und der Geruch milder. Der Theer siedet zwischen 70° und 400° C. Seine Zusammensetzung ist wohl der des Braunkohlentheeres ähnlich, nur ist sein Stickstoffgehalt höher, er enthält 1,16 bis 1,45 Proc. Stickstoff [2]), was $^1/_6$ bis $^1/_4$ des Gesammtstickstoffs des Schiefers entspricht.

Der Theer aus dem bituminösen Schiefer der Messeler-Industrie hat eine grünlich braune Farbe und sein specifisches Gewicht beträgt bei 35° R. 0,855 bis 0,860. Seine Siedeanalyse ergiebt, daß von 150 bis 200° C. etwa 5 Proc. sieden, von 200 bis 250° 20 Proc., von 250 bis 300° 20 Proc. und der Rest über 300°.

Der Torftheer war in seiner Zusammensetzung, in seinem äußeren Aussehen und in seinen sonstigen Eigenschaften sehr wechselnd. Das specifische Gewicht schwankte in der Regel zwischen 0,850 und 0,990.

Der Theer von den genannten Rohproducten unterscheidet sich in wirthschaftlicher Beziehung von dem Steinkohlen- und Holztheer dadurch, daß er nicht als ein Abfallsproduct, sondern als planmäßig gewolltes Hauptproduct eines Gewerbes sich darstellt, das ausschließlich zur Erzeugung werthvoller Producte durch eine darauf gebaute Fabrikation dient. Eine Anwendung der Theere als solcher, wie es mit dem Steinkohlen- und Holztheer geschieht, erscheint ausgeschlossen. Die Verarbeitung der einzelnen Theere von den bituminösen Rohstoffen wird in den späteren Capiteln geschildert werden.

---

[1]) Bohl, Dingl. polyt. Journ. 139, 16. — [2]) Beilby, Dingl. polyt. Journ. 1891, S. 275; Journ. of Society of Chemical Industry 1891, p. 126.

A.

	Specif. Gewicht	Destillat erstarrt auf Eis nach Proc.	Paraffin-masse Proc.	Rothe Producte Proc.	Koks Proc.	Gas und Verlust Proc.	Paraffin (auf d. Theer ber.) Proc.	Schmelzpunkt des Paraffins Grad Celsius
I.	0,853	22	71	4	2	1	17,25	50,5
II.	0,874	33	60	4	1,5	1,5	12,65	51,5
III.	0,890	39	54	3,5	2,5	1	10,06	52,0

B.

	Specif. Gewicht	Bis 250° sieden Proc.	Destillat erstarrt auf Eis nach Proc.	Fraction — 250°		Von 250 bis 300° sieden Proc.	Fraction 250—300°		Von 300° bis zur Trockene sieden Proc.	Fraction 300° bis zur Trockene		Koks Proc.	Gas und Verlust Proc.
				Specif. Gew. bei 17,5° C.	Creosot-Gehalt Proc.		Erstarrungspunkt	Specif. Gewicht bei 25° C.		Erstarrungspunkt	Specif. Gewicht bei 45° C.		
I.	0,853	16	24	0,861	7,0	20,0	unter 0°	0,866	59,5	29°	0,872	3,0	1,5
II.	0,874	23,3	35	0,873	11,0	19,0	„	0,898	53,3	30°	0,889	3,0	1,4
III.	0,890	18,5	40	0,874	13,0	18,2	„	0,908	58,0	34°	0,909	3,8	1,5

Das Schweelgas.

Die Zusammensetzung des bei der trockenen Destillation von bituminösen Rohstoffen entstehenden Gases (Schweelgas) wird nach den üblichen Methoden bestimmt. In den einzelnen Fabriken arbeitet man mit dem Orsatapparat, der Bunte'schen und Hempel'schen Gasbürette.

Das Schweelgas der sächsisch-thüringischen Industrie besteht aus [1]):

Kohlensäure	10	bis	20	Proc.
Sauerstoff	0,1	„	3,0	„
Schwere Kohlenwasserstoffe	1,0	„	2,0	„
Kohlenoxyd	5,0	„	15,0	„
Methan	10,0	„	25,0	„
Wasserstoff	10,0	„	30,0	„
Stickstoff	10,0	„	30,0	„
Schwefelwasserstoff	1,0	„	3,0	„

Der Stickstoff und Sauerstoff des Gases ist auf die atmosphärische Luft zurückzuführen, die mit den Destillationsgasen gemengt ist [2]). Die Luft gelangt zum Theil mit der Schweelkohle in den Ofen und zum anderen Theile dringt sie durch die Wände des Ofens in den Schweelraum ein; bei sehr dichten Ofenwandungen, wie sie in der Regel neue Schweelöfen besitzen, wird dieser Gehalt daher geringer sein als bei weniger dichten Wänden älterer Anlagen. Das Schweelgas entwich früher in der Regel in die Luft oder wurde, wie in Nachterstedt, beim Austritt aus dem letzten Condensationsrohre angezündet. Schon in den 50er Jahren wurde es von manchen Schweelereien versuchsweise zur Heizung der Schweelapparate benutzt, aber erst seit einigen Jahren hat es, wie früher besprochen, in größerem Maßstabe Verwendung zu diesem Zweck gefunden. Das Nähere über diese Art der Verwendung ist bei der Beschreibung der Schweelöfen [3]) bereits angeführt, und sind wir jetzt an der Hand der Analysen im Stande, uns über den Heizwerth der Gase ein Urtheil zu bilden. Es berechnen sich für ein Schweelgas von mittlerer Zusammensetzung 2680 Calorien. Aus dieser Werthkenntniß und aus den Angaben der von einer Schweelofenbatterie (10 bis 12 Oefen) gewonnenen Gasmenge eröffnet sich ein Ausblick auf andere Verwerthungen der Schweelgase.

Man ist in der Fabrikpraxis dazu zwar bis heute noch nicht gelangt, doch erscheint es wohl als möglich, daß über kurz oder lang das Schweelgas noch in anderer Weise als zur Beheizung der Schweelöfen nutzbar gemacht wird.

Daß es als Motorgas zu benutzen wäre, hat Krey [4]) betont. Er schätzt die mittlere Gaslieferung einer Batterie von 10 Oefen auf 3000 cbm in

---

[1]) Ziegler, Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächs.-thür. Mineralölindustrie 1889, S. 43. Wernecke, ebend. 1890/91, S. 18 u. 19. — [2]) Als Ausnahme muß erwähnt werden, das Schliephacke in einem Schweelgas einer neu erbauten Anlage 56 Proc. Methan fand, während der Stickstoffgehalt nur 6 Proc. betrug. — [3]) S. 62. — [4]) Zeitschr. f. angew. Chemie 1893, S. 108.

24 Stunden, wenn in dieser Zeit in jedem Ofen 30 hl Kohle geschweelt werden. Von diesem Gase ist etwa die Hälfte (nach der Analyse: Methan, Wasserstoff und Kohlenoxyd) nutzbar. Nimmt man im ungünstigsten Falle den Gasverbrauch eines Motors pro Pferdekraft zu 1 cbm [1]) in der Stunde an, so würden 2 cbm Schweelgas dazu erforderlich sein, und die Leistung einer Batterie stellte demnach 62,5 Pfkr. pro Stunde dar. Diese Kraft ließe sich entweder direct zum Treiben von Kettenbahn- und Fördermaschinen, Pumpen und dergl. oder auch, in Gasdynamomaschinen verbraucht, zur Erzeugung von Elektricität verwenden. Diese könnte dann entweder zur Krafterzeugung als Triebwerk der genannten Maschinen dienen oder als Licht umgesetzt werden. Man rechne: für eine 16kerzige Glühlampe (100 Volt, 0,57 Ampère) 57 Watt = $\frac{57}{736} = {}^1/_{13}$ Pfkr., also entspricht 1 Pfkr. 13 16kerzigen Glühlampen. Krey schließt nach dieser Berechnung, daß sich mit einer Batterie von 10 Oefen Elektricität für 500 [2]) 16kerzige Glühlampen bestimmt erzeugen lasse unter Berücksichtigung von hohen Verlusten. Zweckmäßig würden wohl beide Verwendungsarten combinirt werden müssen, da Elektricität für die Beleuchtung nur die Nacht verlangt würde. Diese Ausnutzung der Schweelgase würde allerdings die Anlage eines Gasometers erfordern, um Schwankungen in der Gewinnung und im Druck des Gases auszugleichen.

Zur Beleuchtung ist das Schweelgas in den gewöhnlichen Brennern nicht zu gebrauchen, da es nur mit kleiner schwach leuchtender Flamme brennt, dagegen giebt es im Auer-Brenner ein gutes Leuchtgas, wenn man dessen Gaszuströmung nach dem Gehalt an Luft im Schweelgas regulirt. Will man es dazu verwenden, so bedarf es auch vorher keiner Reinigung.

Früher hat Krey [3]) auf eine chemische Ausnutzung des Schweelgases hingewiesen. Er hat berechnet, daß der im Schweelgas in Form von Schwefelwasserstoff entweichende Schwefel eine größere Menge ausmacht, als der Schwefel, den die sächsisch-thüringische Industrie in Form von Schwefelsäure zur Reinigung ihrer Erzeugnisse ankauft. Den Schwefel des Schwefelwasserstoffs zu gewinnen, gelang nach dem Clauß-Verfahren nicht, denn der große Sauerstoffgehalt veranlaßte, daß ein bedeutender Theil des Schwefels als schweflige Säure verloren ging. Auch die Zersetzung des Schwefelwasserstoffs durch schweflige Säure, die sich billig aus der Abfallschwefelsäure der Mineralölfabriken herstellen ließ, gab keine befriedigende Resultate [4]). Neuere Versuche versprechen günstigere Ergebnisse [5]). Das Schweelgas soll einfach durch Gasreinigungsmasse geleitet werden. Der Sauerstoffgehalt des Gases sei hinreichend zur fortwährenden Regeneration, so daß also eine Anreicherung der Reinigungsmasse bis zu den in der Steinkohlengasindustrie beobachteten Mengen von 60 Proc. und mehr an freiem Schwefel möglich erscheine. Der Reinigungsmasse müßte dann der

---

[1]) Von der Firma Körting wird ein Verbrauch von 60 Liter garantirt. — [2]) Es ergaben 62,5 Pfdkr. 62,5 × 13 = 812,5 16-kerzige Glühlampen. — [3]) Jahresbericht d. Techn.-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie 1890/91. — [4]) Krey, Zeitschr. f. angew. Chemie 1893, S. 108. — [5]) Privatmittheilung von Krey.

Schwefel durch Behandlung mit seinen Lösungsmitteln entzogen und die Masse selbst dadurch wieder gebrauchsfähig gemacht werden.

Die Kohlensäure im Schweelgase könnte man benutzen, um das Creosotnatron, ein Abfallproduct der Mineralölreinigung, zu zersetzen [1]). Bei entsprechender Verdünnung scheidet sich das Creosot leicht und vollkommen ab, und in der Lauge hat man neben dem kohlensauren Natron den Schwefelwasserstoff des Schweelgases als Schwefelnatrium gewonnen. Die in 24 Stunden von einer Batterie gelieferte Kohlensäure beträgt mindestens 300 cbm = 600 kg. Damit könnte man 7273 kg Creosotnatron zersetzen [2]).

Das Schweelgas enthält, wie angeführt, schwere Kohlenwasserstoffe. Diese bestehen zum größten Theile aus früh siedenden Gliedern der Fettreihe und zum Theil aus aromatischen Kohlenwasserstoffen, von denen Benzol und seine Homologen nachgewiesen worden sind [3]). Um diese zu gewinnen, könnte das in den Koksdestillationen seit den letzten Jahren mit großem Erfolge benutzte Waschen der Gase mit Theerölen angewendet werden. Dagegen läßt sich nur der Einwand erheben, daß mit den aromatischen auch die Körper der Fettreihe ausgewaschen würden, und daß man so ein Rohbenzol mit großem Gehalt an früh siedenden Fettkörpern erhielte, die durch fractionirte Destillation nicht von einander getrennt werden könnten. Krey giebt selbst an, daß er dem so gewonnenen Benzol des Schweelgases eine Verwendung in der Farbenindustrie nicht in Aussicht stellen könne. Indessen bliebe zu erwägen, ob es nicht zum Carburiren von Leuchtgas zu benutzen sei, für die Bunte bei weiterer Preiserniedrigung des Benzols dieses vorgeschlagen hat [4]).

Das Schweelgas des rheinischen Schiefers bestand nach Bohl aus ölbildendem Gas, Sumpfgas, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlensäure und Kohlenoxyd.

Das Schweelgas der schottischen Industrie ist zusammengesetzt, wie die folgende Analyse von J. Macadam [5]) zeigt, aus:

CO_2	15,40	Proc.
CO	10,72	„
H	34,53	„
CH_4	4,02	„
N	35,33	„

Umfassender als in der sächsisch-thüringischen Industrie ist dort die Ausnutzung des Schweelgases betrieben worden. Es wird, wie schon erwähnt, auch zum Theil zur Heizung der Schweelöfen benutzt, und zwar besitzen 30 cbm Gas

[1]) Krey, Zeitschr. f. angew. Chemie 1893, S. 108. — [2]) Der Natrongehalt des Creosotnatrons beträgt im Durchschnitt 15 Proc. als NaOH berechnet, und Aetznatron erfordert 55 Proc. seines Gewichtes an Kohlensäure zur Bildung von Na_2CO_3, demnach verlangt das Creosotnatron 8,25 Proc. seines Gewichtes zur Zersetzung. — [3]) Krey, Zeitschr. f. angew. Chemie 1893, S. 109. — [4]) Verhandlungen der 32. und 33. Jahresversammlung des deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern in Kiel (1892) und in Dresden (1893). Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1893, S. 442 und 1894, S. 81. — [5]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 399.

den Heizwerth von etwa 22,5 kg Steinkohle. Was dazu keine Verwendung findet, dient zur Beleuchtung der Fabrik oder wird als Leuchtgas an die benachbarten Orte abgegeben. Eine Tonne (10 hkg) Schiefer liefert 85 obm Gas [1]).

In manchen Schweelereien werden die Gase von den noch condensirbaren Kohlenwasserstoffen befreit, bevor sie in die Feuerung geleitet werden. Man führt sie deshalb durch einen Thurm, der mit Koksstücken angefüllt ist, die mit Paraffinöl getränkt sind. Das Oel nimmt die Kohlenwasserstoffe auf. Eine andere Einrichtung zur Condensation der flüchtigen Oele ist von Coleman construirt worden. Hierbei werden die Gase mit einer Pumpe aus den Condensationen gesaugt, auf 6 bis 7 Atm. Druck comprimirt und durch drei Röhrencondensatoren gepreßt, von denen die zwei ersten durch kaltes Wasser und der dritte durch die Expansion des nicht condensirbaren Gases auf 5 bis 10° C. unter 0° abgekühlt werden. Das nicht verdichtete kalte Gas tritt unter starkem Druck durch ein Klappenventil aus dem letzten Condensationsrohre aus, vermindert dabei seinen Druck auf 4,5 Atm., wird dann zum Betriebe einer Maschine benutzt, wobei der Druck auf etwa 1 Atm. reducirt wird und dient hierauf zur Abkühlung der Condensationsröhren, um schließlich in die Feuerung geleitet zu werden.

Das Schweelgas der Messeler-Schieferindustrie wird, wie schon angeführt, zum Betrieb von Motoren verbraucht oder man benutzt es zur Beleuchtung der Fabrik und zuweilen zur Heizung der Dampfkessel.

Das Schweelgas vom Torf wurde entweder als Heizmaterial verwandt oder, durch Kalkhydrat gereinigt, als Leuchtgas benutzt. Es bestand durchschnittlich aus [2]):

11 Proc. schweren Kohlenwasserstoffen,
37 „ Grubengas,
31 „ Wasserstoff und
19 „ Kohlenoxyd.

Das Schweelwasser.

Das Schweelwasser ist in der sächsisch-thüringischen Industrie ohne Bedeutung, da nur geringe Mengen Ammoniak darin enthalten sind. Es sind ungefähr 40 Proc. der geschweelten Kohle, die als Wasser gewonnen werden. Benutzt man zum Absaugen der Theerdämpfe Körting'sche Luftsauger, so wird der Ammoniakgehalt des Schweelwassers noch geringer sein, als beim Gebrauch von Exhaustoren, weil das Schweelwasser durch das dabei sich bildende Condensationswasser noch verdünnt wird. Es dient meist zum Ablöschen der Asche, wird in verlassene Kohlenbaue versenkt oder vor dem Ablauf in die Flüsse gereinigt. Das Wasser reagirt in der Regel schwach alkalisch, ist röthlich gefärbt und hat ein specifisches Gewicht von 2 bis 3° Bé.

Der Ammoniakgehalt schwankt in den einzelnen Schweelereien zwischen 0,07 bis 0,01 Proc. Grotowsky [3]) fand in dem Schweelwasser von stehenden

[1]) Mills, Destructive Distillation, p. 20. — [2]) Ebendaselbst p. 97. — [3]) Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächs.-thür. Mineralölindustrie 1887, S. 26.

Schweelöfen 0,010 Proc. freies Ammoniak und 0,051 Proc. gebundenes Ammoniak, also im Ganzen 0,061 Proc. und in dem von liegenden Retorten 0,067 Proc. — In den Schweelwässern der Schweelereien bei Webau wurde 0,01 Proc. Ammoniak gefunden.

Grotowsky destillirte ein größeres Quantum Schweelwasser unter Zuschlag von $^1/_5$ Proc. Staubkalk und das Destillat nochmals mit $^3/_5$ Proc. Staubkalk. Es wurden drei Fractionen von der ersten Hälfte des Destillats getrennt aufgefangen und geprüft. Die erste Fraction enthielt 0,89 Proc. Ammoniak, die zweite 0,074 Proc. und die dritte 0,007 Proc. Aus der ersten und zweiten wurde schwefelsaures Ammoniak dargestellt und davon auf das Schweelwasser berechnet 0,15 Proc. erhalten. Selbst wenn man diesen Weg einschlüge, das Ammoniak vor der Verarbeitung in eine concentrirtere Lösung zu bringen, so würde es sich für die Industrie, wie eine einfache Calculation ergiebt, nicht lohnen, das Schweelwasser zu verwerthen.

Je jünger die Braunkohle ist, desto mehr nähert sie sich dem Holze, und es treten im Schweelwasser saure Körper auf; so kann in dem Schweelwasser des Lignits schon Essigsäure nachgewiesen werden.

Anders als in der Provinz Sachsen liegen die Verhältnisse mit dem Schweelwasser in der schottischen Industrie. Dort ist der Ammoniakgehalt des Wassers sehr hoch und eine Tonne Schiefer liefert etwa 6,24 kg, also 0,63 Proc., Ammoniumsulfat. Auf diesen Umstand ist die schottische Industrie zum Theil begründet, und ist man stets bestrebt, die Gewinnung von Ammoniak beim Schweelen von Schiefer zu erhöhen. Dies geschieht, wie wir gesehen haben, schon jetzt durch die Destillation mit überhitztem Wasserdampf, was in der sächsisch-thüringischen Industrie, aus früher angeführten Gründen, nicht durchführbar ist. Das Schweelwasser[1]) beträgt, wenn man unter Einleiten von Wasserdampf schweelt, ungefähr 75 Proc. des gesammten Destillats. Es besitzt ein specifisches Gewicht von etwa 4° Bé. (1,03) und enthält außer Ammoniak noch Pyridine und andere organische Basen. Es wird in der Regel unter Zuschlag von 5 Proc. gelöschtem Kalk aus horizontalen cylindrischen Gefäßen destillirt, die 5 bis 16 cbm fassen und entweder mit directem Feuer oder durch eine innen liegende Dampfschlange erhitzt werden. Das gasförmige Ammoniak streicht durch einen Skrubber und trifft dann in einem mit Blei ausgefütterten Troge mit Schwefelsäure von dem specifischen Gewicht 1,4 zusammen. Die gebildeten Krystalle von schwefelsaurem Ammoniak werden durch Ablaufenlassen getrocknet; sie sind nicht ganz rein, denn sie enthalten etwas freie Schwefelsäure, Spuren von unkrystallisirbarem, schwefelsaurem Pyridin und wenig Wasser[2]).

Das Schweelwasser der Messeler-Industrie ist nicht so reich an Ammoniak wie das der schottischen, eine Verarbeitung nach dieser Richtung hin könnte aber lohnend erscheinen, da man es wegen der dem Schweelen vorausgehenden Trocknung des Schiefers mit beschränkten Mengen zu thun hat und so das Ammoniak ohnehin in concentrirterer Lösung erhält. — Zu erwähnen

[1]) Mills, Destructive Distillation, p. 20. — [2]) Ebendaselbst p. 21.

ist noch die Gewinnung von Brenzkatechin aus dem Schweelwasser des Messeler Schiefers. Seine Fabrikation soll in der Weise ausgeführt werden, daß man dem eingedampften Schweelwasser essigsaures Blei zusetzt, die Bleiverbindung gut auswäscht, sie mit Schwefelsäure zersetzt und das erhaltene Brenzkatechin durch Umkrystallisiren reinigt.

Schon im Schweelwasser des Lignits finden sich, wie erwähnt, geringe Mengen von organischen Säuren, noch stärker wird deren Auftreten in dem Wasser der Torfdestillation und sind es im Wesentlichen diese Körper, die neben dem Holzgeist eine Verwerthung des Schweelwassers vom Torf lohnend erscheinen ließen. Dieses Wasser näherte sich dem, das bei der Destillation des Holzes gewonnen wird. In dem Schweelwasser des Torfes, das ungefähr 50 Proc. des gesammten Destillats betrug, waren im Durchschnitt enthalten[1]):

Ammoniak	0,1	bis	0,2	Proc.
Essigsäure	0,05	„	0,15	„
Holzgeist	0,05	„	0,1	„

und geringe Mengen von Valerian- und Buttersäure.

Der Koks.

Der in den Schweelereien der Provinz Sachsen bleibende Rückstand, Grudekoks, ist von körniger Beschaffenheit und von schwarzem Aussehen. Er enthält neben Kohlenstoff noch 15 bis 45 Proc. Asche, deren Zusammensetzung schon angegeben ist[2]). Er wird um so kohlenstoffreicher sein, je weniger Bitumen die Schweelkohle enthält, aus der er stammt, daher geben meist die mit geringer Theerausbeute arbeitenden Schweelereien den besten Grudekoks. In den Anfängen der Industrie wurde er als werthlos betrachtet, auf die Halde gefahren oder zum Wegebessern benutzt. Schon seit Jahrzehnten stellt er ein gesuchtes Heizmaterial dar und bildet eine wesentliche Einnahmequelle des Schweelereibetriebes. Er wird in dazu geeigneten Oefen verbrannt, die sich in den letzten Jahrzehnten sehr eingebürgert haben. Man baute zunächst Oefen, die auf das durch die feinkörnige Beschaffenheit bedingte langsame Verglühen des Koks begründet waren, sich besonders zum Kochen von Speisen verwenden ließen und wenig Aufsicht bedurften, wie sie namentlich im Haushalte des Fabrikarbeiters erwünscht waren. Nach und nach hat sich jedoch der Grude-

Fig. 47.

[1]) Peruß, Die Industrie der Mineralöle, S. 62.— [2]) S. 19.

ofen in ganz Deutschland Eingang verschafft und ist auch von größeren Haushaltungen, zum Kochen, Backen u. s. w., aufgenommen worden, ferner von größeren landwirthschaftlichen Betrieben zum Kochen von Viehfutter, und von Möbelfabriken zum Leimkochen und zum Trocknen der geleimten Gegenstände. Auch zur Zimmerheizung geeignete Oefenconstructionen sind für Grudekoks in neuerer Zeit eingeführt worden.

Fig. 48.

Die Figuren 47 u. 48 zeigen einen Grudeofen von der einfachsten Form; auf den Rost *f* werden die Kochgeschirre gesetzt und darunter befindet sich der glühende Koks. Durch Oeffnen der Klappe *k* wird der Zug im Ofen und so das Brennen des Koks regulirt. Die Thür des Ofens ist entweder als Fallthür, wie in Fig. 47, oder als Flügelthür, wie in Fig. 48, eingerichtet. In Fig. 49 ist ein Ofen mit zwei Etagen veranschaulicht; auf dem Rost werden die Speisen gekocht und in dem oberen Theil können sie gewärmt werden. Am Boden des Ofens ist unter der Regulirklappe *k* noch ein herausziehbarer Aschenkasten *a* angebracht. Der Abzug für die Verbrennungsgase befindet sich am oberen Ende der Rückwand des Ofens. Zu erwähnen ist noch, daß diese Oefen auf eine gemauerte Unterlage, eiserne Böcke oder Tische, in der Höhe gesetzt werden, die sich am bequemsten für den Gebrauch eignet. Der Grudeofen bedarf nur wenig Wartung, das Feuer ist immer gleichmäßig und geht, wenn zuweilen neuer Koks nachgegeben wird, nie aus; so brennt es z. B. eine Nacht hindurch, ohne daß geschürt zu werden braucht. — Ein gut ausgeschweelter Koks muß frei von Kohlenwasserstoffen sein. Darauf prüft man den Koks, indem man ihn auf einem Platinblech über der Flamme erhitzt, ein brenzlicher Geruch deutet auf die Anwesenheit von Kohlenwasserstoffen.

Fig. 49.

Den Aschengehalt des Koks bestimmt man stets, nachdem man ihn bei 100 bis 110° C. getrocknet hat. Die Ausführung geschieht in der bekannten Weise. Manche Koksorten sind sehr schwer zu veraschen, und muß man so lange glühen, bis keine Kohlentheilchen mehr vorhanden sind, was man leicht an der Farbe erkennt. — Der lufttrockene Koks enthält noch 5 Proc. Wasser, während er mit etwa 20 Proc. in den Handel gebracht wird.

Die Hauptuntersuchung des Koks erfolgt in einem Versuchsgrudeofen auf seine Eigenschaft als Brennmaterial. Ein guter Koks darf nicht schwer anbrennen und muß langsam aber beständig weiter brennen. Im Allgemeinen brennt ein Grudekoks mit hohem Aschengehalt schlechter, als einer mit weniger Asche; als normal nimmt man 15 bis 25 Proc. Asche an.

Auch folgende Methode zur Werthbestimmung des Grudekoks erscheint empfehlenswerth [1]). 2 g, vorher bei 100° getrocknet, werden auf einem Platinteller von 40 mm Weite und 3 mm Tiefe im Glühen erhalten und die Zeit wird bestimmt, die zum Veraschen nöthig ist. Mit dieser Zahl wird der Aschengehalt multiplicirt und aus diesem Producte der Vergleichswerth festgestellt. Man geht dabei von der Voraussetzung aus, daß, je kürzer die Zeit ist, die eine bestimmte Menge Koks braucht, auf einer im Glühen erhaltenen Fläche zu veraschen, desto leichter brennbar ist er. Reinicke untersuchte acht verschiedene Koksorten und fand:

	Zeit zum Veraschen in Minuten	Proc. Asche	Product dieser Zahlen
1.	19	17	323
2.	21	21	441
3.	23	22	506
4.	19	34	646
5.	21	21	441
6.	21	21	441
7.	18	44	792
8.	22	29	638

Nimmt man nun an, daß 100 kg von der besten Qualität (1.) 150 Mrk. koste und die geringere Sorte (4.) nur 49,5 Mrk., so berechnet sich z. B. für 6. 112 Mrk., denn $(646 - 323) \times (150 - 49{,}5) = 0{,}325$ [2]) und $(441 - 323) \times 0{,}325 = 38$, also: $150 - 38 = 112$.

Zum Verkauf gelangt der Koks meist direct nach dem Ablöschen, das mit reinem Wasser und vor allem nicht mit Schweelwasser geschehen muß, da sonst der Koks stinkt. In einzelnen Schweelereien wird er noch einer besonderen Schlämmung unterworfen. Der Koks wird unverkäuflich, wenn er einen hohen Schlackengehalt besitzt, wie es bei einigen Schweelereien der Fall ist. Durch Aussieben der Schlacken läßt sich nachhelfen, doch sei erwähnt, daß eine zu staubige Beschaffenheit des Koks seinen Werth auch nachtheilig beeinflußt. Im Allgemeinen wird von einem guten Koks verlangt, daß er eine gleichmäßige, feinkörnige Beschaffenheit habe.

Zu anderen Zwecken als zum Heizen findet der Grudekoks auch Verwendung. Die guten Sorten, die nur einen geringen Aschengehalt besitzen, werden zu Schwärze verarbeitet. Besonders tiefschwarz gefärbter Koks aus bitumenarmen Kohlen dient häufig gemahlen zur Fabrikation schwarzer Farben

---

[1]) Reinicke, Zeitschr. f. angew. Chemie 1893, S. 107. — [2]) Auf die Einheit reducirt.

(Frankfurter Schwarz). In der Metallurgie ist er als Reductionsmittel beim Zinkbetriebe angewandt worden[1]). In den Schweelereien und Mineralölfabriken wird er zum Filtriren der Abwässer benutzt. Der Grudekoks besitzt auch, fein gemahlen, entfärbende Wirkung, die aber der der gewöhnlichen Entfärbungsmittel (Knochenkohle oder Blutlaugensalzrückstände) nicht gleich kommt[2]). Nach einem Patent[3]) erhält man durch Glühen von fünf Theilen Grudekoks und zwei Theilen Calciumphosphat und Nachglühen dieses Gemisches an der Luft, ein Pulver, das schon Desinfections- und Entfärbungskraft besitzt. Schon Ende der 70er Jahre hat Grotowsky[4]) nachgewiesen, daß dem Koks besonders im gemahlenen Zustande eine desinficirende Wirkung zukommt.

Um den Grudekoks zu briketiren und ihn so als Feuerungsmaterial zu benutzen, muß man ihn mit einem Bindemittel mischen, das natürlich möglichst aschefrei sein muß. Mit Stärkekleister erhält man gute Brikets, die in jedem Ofen zu verbrennen sind. Dieser Verwendung des Grudekoks näher zu treten, liegt so lange keine Veranlassung vor, als er in seiner ursprünglichen Form genügend Absatz findet, auch wird man nicht den eigenen Braunkohlenbrikets einen Concurrenten schaffen. Eine gleiche Beurtheilung verdient der Vorschlag, den Grudekoks der Braunkohle zuzusetzen und daraus Naßpreßsteine zu fabriciren[5]) oder ihn mit Braunkohle gemischt zu briketiren[6]).

Die bei der Destillation des bituminösen Schiefers in Schottland und Frankreich bleibenden Rückstände werden, wie schon angeführt, wenn sie kohlenstoffhaltig sind, zum Heizen der Schweelapparate verwandt und geben ein gutes Brennmaterial ab. Die Asche hiervon wurde in Reutlingen noch zur Fabrikation von Bausteinen benutzt. Man zerkleinerte sie grob, mischte sie mit Wasser und Cement und stampfte diese Mischung in eiserne Formen. Nachdem die Steine getrocknet waren, konnten sie als Bausteine Verwendung finden.

Der Schweelrückstand in der Messeler Industrie hat bisher keine ausgedehnte Verwendung gefunden und scheint die Herstellung von brauchbaren künstlichen Steinen daraus nicht mit Erfolg durchführbar zu sein. Aus nur unvollkommen geschweeltem Material kann, wenn das Ablöschen unter Luftabschluß geschieht, ein gutes Schwarz hergestellt werden, doch wird der Absatz für diese Verwendung natürlich nur beschränkt sein. — Der größte Theil des Schweelrückstandes wird jetzt zum Ausbessern der Wege und zu ähnlichen Zwecken benutzt.

Der bei dem Schweelen des Torfes sich ergebende Koks ist der Holzkohle ähnlich und kann an deren Stelle in der Technik benutzt werden. Er ist

---

[1]) Freibergs Berg- und Hüttenwesen, Seite 315. — [2]) Riehm, Jahresbericht des Techniker-Vereins der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1888. — [3]) D. R.-P. Nr. 34975; Chem. Industr. 1886, S. 221. — [4]) Zeitschrift für die Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie 1878, S. 15. — [5]) Chemiker-Zeitung 1885, S. 486. — [6]) A. Wilke, Berg- und hüttenmännische Zeitung (1875), Nr. 46; Zeitschrift für die Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie 1875, S. 34.

nach Vohl[1]) zusammengesetzt aus 93,23 Proc. Kohlenstoff und 6,77 Proc. Wasserstoff. Der Aschengehalt, der hierbei nicht angegeben ist, soll gering sein. Der Koks enthält keinen Schwefel und brennt geruchlos, seine Asche kann als Düngerzusatz gebraucht werden. Nach dem H. Stiemer und M. Ziegler[2]) patentirten Verfahren wird der in den schon früher beschriebenen Schweelöfen erzeugte Torfkoks mit Dampf abgelöscht, der mit Natronsalpeter geschwängert ist. Hierbei will man den Koks in festen Stücken gewinnen.

[1]) Dingl. polyt. Journ. 183, 321. — [2]) D. R.-P. Nr. 70010.

Fünftes Capitel.

Die Destillation.

Die Destillation in der sächsisch-thüringischen Industrie.

Die meisten Schweelereien und Mineralölfabriken der sächsisch-thüringischen Industrie haben keine directe Bahnverbindung, daher wird der Braunkohlentheer in Bassinwagen, die 2 bis 2,5 cbm fassen, oder in Barrels nach den Fabriken gefahren; wo Bahnanschlüsse vorhanden sind, geschieht der Transport auf diesem Wege in Kesselwaggons zu 10 bis 12 cbm. In den Fabriken wird er in cementirten Gruben in größeren Mengen angesammelt, um eine Durchschnittsqualität zu erzielen. Vorher ist er auf den Schweelereien durch Anwärmen möglichst entwässert worden.

Die Arbeit der Mineralöl- und Paraffinfabriken zerfällt in drei Haupttheile: 1. Die Destillation, 2. die Behandlung der Destillate mit Chemikalien, und 3. die Paraffinfabrikation.

A. Die Theerdestillation.

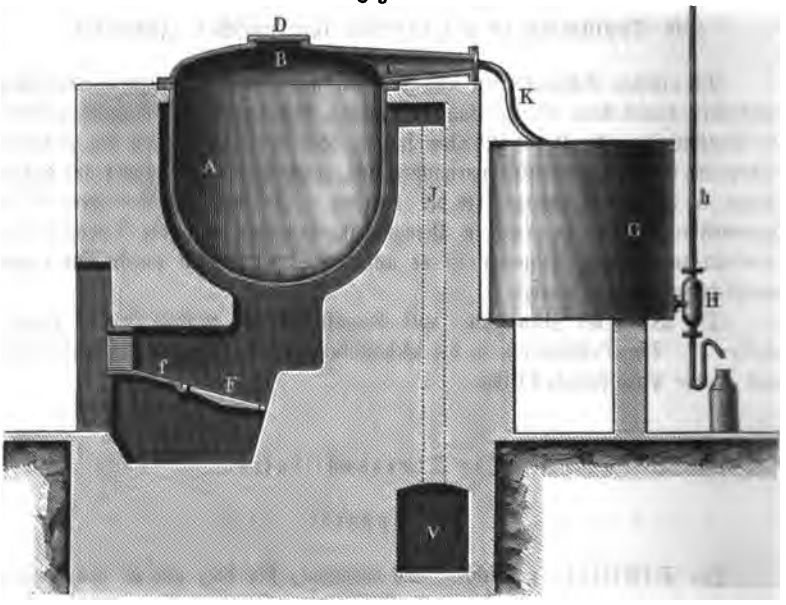
Der Apparat.

Die Destillation geschieht aus Gefäßen, für die, wie in den übrigen Destillationsgewerben, der Ausdruck Blase auch gilt, und sie bezweckt durch Erhitzen des Braunkohlentheeres und durch Verdichten der dabei entstehenden Dämpfe die Trennung des Theeres in verschiedene Fractionen nach den Siedepunkten. Die Einrichtung des Destillationsapparates ist denen ähnlich, wie sie in der Destillation des Steinkohlentheeres, anderer Theerarten und des Sprits üblich sind.

Die Blasen bestehen in der Regel aus Gußeisen, seltener aus Schmiedeeisen und in den letzten Jahren in beschränkter Anzahl aus Gußstahl. Sie werden in der Regel bis zu $^2/_3$ ihres Fassungsraumes gefüllt und enthalten dann 2 bis 3 cbm Theer. Die zuerst angeführte Größe der Blase scheint für den Braunkohlentheer die zweckmäßigste zu sein, ihre Form ist aus den Figuren 50, 51 und 52 zu ersehen. Sie hat eine obere lichte Weite von etwa 1,70 m und eine Höhe von etwa 1,54 m für 20 hkg Charge. Bei höherem Inhalt ver-

größern sich lichte Weite und Höhe entsprechend. — An dem Flantsche der Blase *A* wird der gußeiserne Deckel *B* angeschraubt und gedichtet, er besitzt seitlich einen sich allmälig verjüngenden etwa 50 cm langen Abzug für die Theerdämpfe, Rüssel, *C* mit ovalem Durchschnitt. In der Mitte des Deckels befindet sich ein Mannloch *D*, dessen Durchmesser 100 cm beträgt, das während der Destillation mit einem Deckel durch Lehm gedichtet, mit Bügel- und Keilverschluß geschlossen ist und durch das das Reinigen der Blase vorgenommen wird. Außerdem ist bisweilen auf dem Blasendeckel ein Sicherheitsventil *E* (Fig. 53) angebracht, das bei einem Ueberdruck von $^1/_2$ Atmosphäre sich öffnet und den Dämpfen den Austritt gewährt. Die Einmauerung dieser Blase kann in verschiedener Weise ausgeführt werden, wie die Figuren 50, 51 a, 51 b

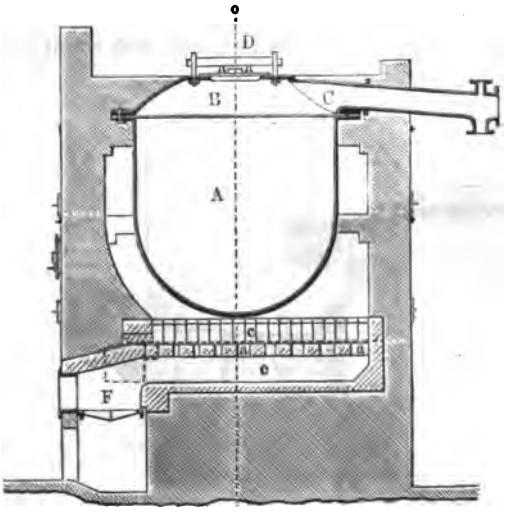
Fig. 50.



und 52 zeigen. In Fig. 50 ist der Rost *F* der Feuerung schräg geneigt und nach der Feuerthür zu durch eine eiserne Platte *f* abgeschlossen. Die Blase hängt in der Entfernung von 1 m direct über dem Roste, und die Feuergase umstreichen sie in einem sich nach oben verengenden Canal, um etwa 16 cm unter dem Flantsche der Blase durch *J* nach *V* und dann nach dem Schornstein zu entweichen. In den Figuren 51 a u. b, von denen 51 a den Durchschnitt der Blase nebst Einmauerung und 51 b den Schnitt *o u* darstellt, ist der Rost *F* wagerecht gelegt und das Feuer, das von da nach *e* unter die Blase zieht, wird durch eine Feuerzunge *z* getheilt; zugleich wird es durch eine acht Schlitze bildende Brücke gebrochen. Diese Schlitze *a a* erweitern sich von dem Roste aus nach hinten, damit das Feuer sich gleichmäßig ausbreitet. Außerdem ist auf der Feuerzunge ein Schutz für den Blasenboden gegen das directe Auftreffen

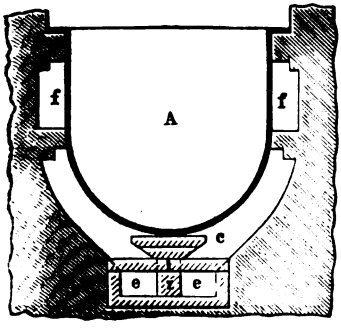
der Feuergase gemauert, *c*, der die in Fig. 51 b wiedergegebene Form besitzt. Die Feuergase ziehen durch die Schlitze, um *c* herum, dann darüber hin erst nach dem Blasenboden und dem oberen Theil der Blase *f*. Fig. 52 zeigt eine der eben beschriebenen Blaseneinmauerung ähnliche Bauart mit Schlitzfeuerung, nur trifft hier das Feuer, die Schlitze *aa* durchziehend, direct den Blasenboden.

Fig. 51 a.



Außer den angeführten finden sich noch andere Arten, die Blasen einzumauern; so fehlen bei sonst gleicher Anordnung des Rostes, wie in Figuren 51 u. 52, die Schlitze nebst Feuerzunge zuweilen ganz, zuweilen ist die Feuerzunge ersetzt durch eine niedrige Aufmauerung, Feuerberg, die sich an den Rost anschließt. Zu erwähnen ist noch, daß das Mauerwerk, welches von den Feuergasen getroffen wird, aus Chamottesteinen besteht. — Der Rüssel *C* der Blase ist mit einer ungefähr 25 m langen Kühlschlange *K* verbunden, die in den älteren Anlagen aus Blei-, in den jüngeren aus Eisenrohren besteht und in einem cylindrischen, hölzernen oder eisernen Kühlgefäß *G* eingesetzt ist, dessen Höhe etwa 150 cm und dessen Durchmesser etwa 130 cm beträgt. Die eisernen Schlangen werden aus Gasrohren gebogen und sind zuweilen in den unteren Ringen verjüngt, doch sind auch gußeiserne im Gebrauch, die aus einzelnen halbkreisförmigen Ringen mit Flantschendichtung bestehen, deren Durchmesser 80 mm beträgt, und die in sieben bis neun Windungen das Kühlgefäß durchziehen. Die Kühlung geschieht mit Wasser, das unten zu- und oben abläuft [1]) und beträgt die Kühlfläche für eine Blase 8 bis 9 qm. Bei der Beschaffenheit des Apparates genügt der einfache

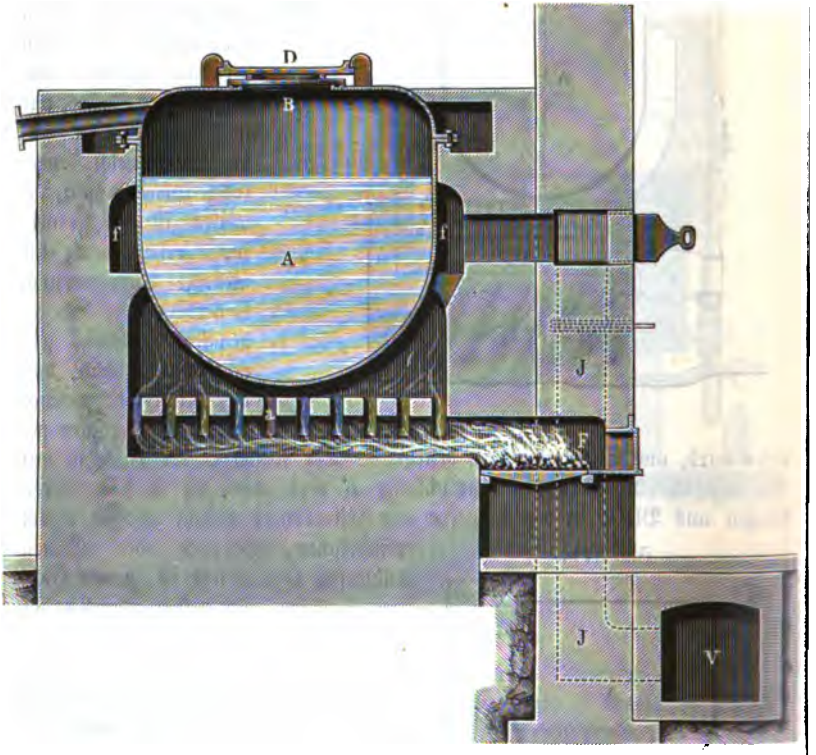
Fig. 51 b.



[1]) In Fig. 59 b erfolgt der Zufluß durch das Rohr *R* und der Abfluß durch *R'*.

Schlangenkühler mit einer Ausflußöffnung. Verſuche mit fractionirter Kühlung, wie ſie bei den großen Deſtillationsapparaten der kaukaſiſchen Petroleum-Induſtrie [1]) und in anderen Gewerben mit großem Erfolge angewandt worden iſt, haben deren Nutzen für die Braunkohlentheer-Deſtillation nicht erwieſen, und iſt dies wohl darauf zurückzuführen, daß der Inhalt der Deſtillationsapparate und die Deſtillationsdauer zu gering ſind. Die Schlange *K* (Fig. 50) mündet außerhalb des Kühlgefäßes in einen Topf *H*, von wo die nicht verdichteten Gaſe durch das Rohr *h* in die Luft entweichen oder nach einem Gaſo-

Fig. 52.



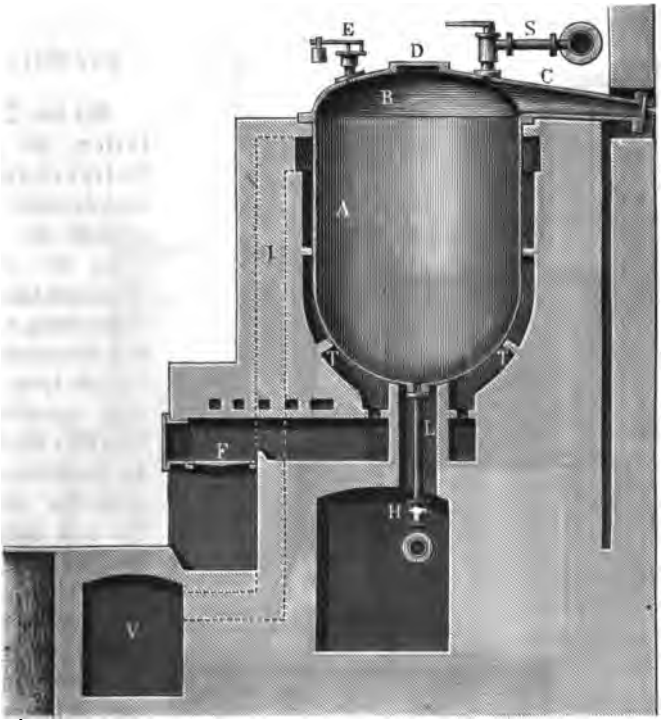
meter geleitet werden, während das Deſtillat offen in ein Gefäß oder durch einen verſtellbaren Trichter in die Leitungen abfließt, die es nach der Sammelgrube führen. Mehrere Blaſen ſind in einem Ofen gemeinſam eingemauert.

Der beſchriebene Apparat iſt für die Theerdeſtillation üblich, wenn ſie bei gewöhnlichem Atmoſphärendruck ausgeführt wird, er ändert ſich dagegen bei der Deſtillation im luftverdünnten Raume. Die hierbei benutzte Blaſe hat dieſelbe Form wie die beſchriebene, nur beſitzt ſie am Boden eine Oeffnung von

[1]) Engler, Das Erdöl von Baku.

80 mm lichter Weite mit äußerem Flantsch, an dem ein Rohr *L* angeschraubt ist, wie Fig. 53 zeigt und das unter der Feuerung durch einen Hahn *H* abgeschlossen ist. Gegen das Feuer ist es durch eine Ummauerung mit Ringsteinen geschützt. Die Blase wird in einiger Entfernung von der Feuerung (Schlitzfeuerung) durch 17 bis 18 Riegelsteine *T* gestützt, die in die Wand eingemauert sind. Die Kühlschlange *K* mündet, wie es die Fig. 54 (a. f. S.) und Fig. 55 (S. 105) veranschaulichen, in ein Dreiwegestück *W*, dessen zwei seitlichen Wege mit je einer cylindrischen Vorlage *M* von 150 Liter Inhalt verbunden sind. Die Vorlage hat oben ein Schauglas *a*, aus dessen Füllung man die der Vorlage

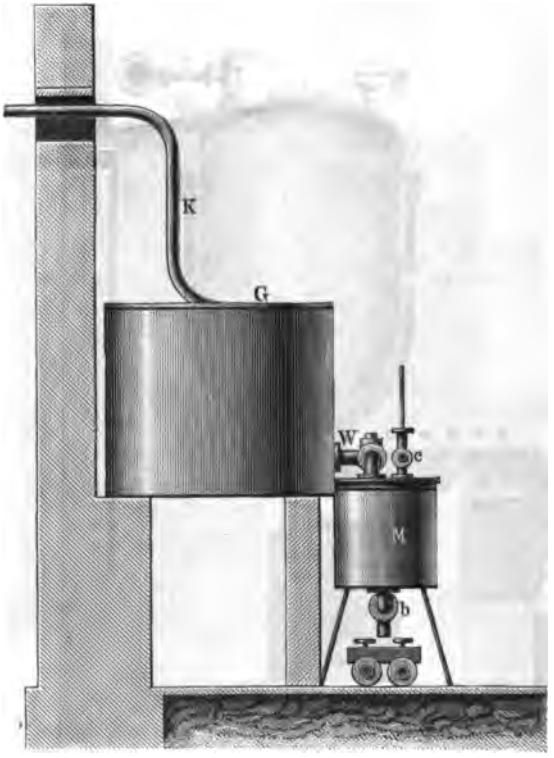
Fig. 53.



selbst erkennen kann. Am Boden der Vorlage ist noch ein Ablaufrohr *b* mit Hahn angebracht, durch das das Destillat abfließt. Es wird nun an den Vorlagen durch einen Körting'schen Luftsauger oder eine Luftpumpe gesogen und so darin und in der Blase ein Vacuum erzeugt; dem zu Folge hat die Vorlage Hähne *c c*, um die Verbindung mit dem Luftsauger und der äußeren Atmosphäre herzustellen und um beim Entleeren der Vorlage Luft eintreten zu lassen. Die Vorlagen sind abwechselnd in Thätigkeit, wird in die eine destillirt, so läuft das Destillat aus der anderen ab. Die Luftpumpe bietet im Vergleich mit dem Körting'schen Luftsauger den Nachtheil, daß sie öfterer Reparaturen bedarf,

da die heißen Gase das Metall angreifen. Die mit dem Luftsauger abgesogenen Gase ziehen durch die Kühlschlange des für den Luftsauger aufgestellten Kühlers, werden hier von den Wasserdämpfen befreit und entweichen in die Luft, wenn sie keine andere Verwendung finden. Die Blase ist durch ein enges Rohr mit einem Quecksilber-Vacummeter (*V* in Fig. 59 a) verbunden, das passend an dem Kühlgefäß befestigt ist und das das in der Blase herrschende Vacuum anzeigt. In den Blasendeckel, der mit einem Meßstutzen versehen ist, mündet noch eine Füllleitung *S*, die durch einen Hahn abgeschlossen ist, im Uebrigen ist die Armatur der Blase die früher schon beschriebene.

Fig. 54.



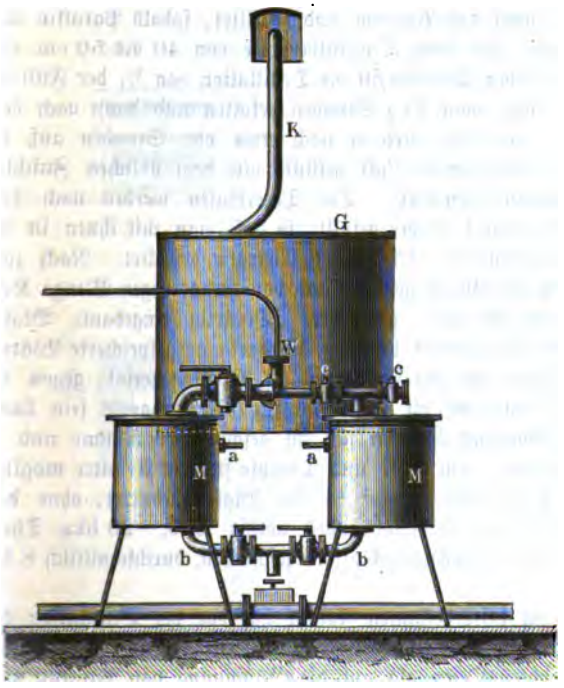
Der Betrieb.

Bei der Destillation, die ohne Luftverdünnung vorgenommen wird, geschieht die Füllung bei offenem Mannloch durch eine Rohrleitung, die über dem Mannloch mündet und deren letzter Theil beweglich zwischen zwei Blasen an die Hauptleitung angeschlossen ist und den man nach Füllung der einen Blase nach der anderen drehen kann, so daß immer zwei Blasen einen gemeinsamen Füllstutzen haben. Die primitivste Leitung ist wohl die, bei der von einem zwischen zwei Blasen angebrachten Ventile Blechrohre nach den Blasen gelegt werden. In die Rohrleitung wird der Theer entweder durch comprimirte Luft aus einem Druckkessel gedrückt oder gepumpt oder, was das einfachste ist, er läuft von einem höher stehenden Gefäße dahin. Die Blase wird bis $^2/_3$ ihrer Höhe gefüllt und fügt man dem Theer in der Regel $^1/_4$ bis $^1/_2$ Proc. gelöschten Kalk zu, an dessen Stelle man mit demselben Erfolge Braunstein oder die in der Gasfabrikation üblichen Gasreinigungsmassen treten lassen kann. Früher hat man außer den angeführten Zuschlägen noch Natronkalk, Chlorkalk und Kreide benutzt. Man bezweckt

damit, einmal den sich bei der Destillation entwickelnden Schwefelwasserstoff zu binden und zum anderen den Kreosotgehalt der Destillate um ein Geringes herabzudrücken [1]). Durch die Destillation mit Zuschlägen wird aber, wie man früher anzunehmen pflegte, der Schwefelgehalt des gesammten Destillates nicht vermindert, was analytisch nachgewiesen worden ist.

Man destillirt die Blase in der Regel zur Trockene und reinigt sie nach dem Erkalten von dem Koks, Blasenkoks, oder man destillirt nur $^3/_4$ der Füllung und schöpft die Reste aus verschiedenen Blasen nach einer besonderen und destillirt diese zur Trockene. Durch das zuletzt genannte Verfahren wird die Blase mehr geschont, und man hat die umständliche Reinigung beschränkt. Nach Schluß und vor Beginn der Destillation wird die Schlange durch Dampf gereinigt, der in der Mitte des Rüssels einströmt.

Fig. 55.



Eine Charge von 20 hkg Theer braucht in der Regel zehn Stunden zur Destillation und erfordert im Durchschnitt 10 hl Feuerkohle.

Der erste Vacuum-Destillationsapparat ist von Krug zur Destillation von Paraffinmasse in der Fabrik Döllnitz bei Halle a. S. aufgestellt worden, nachdem schon früher von Wagenmann [2]) Versuche, den Braunkohlentheer im Vacuum zu destilliren, gemacht worden waren. Eine weitere Ausdehnung gewann diese Einrichtung erst, als sie Krey im Jahre 1884 in den drei Mineralölfabriken der A. Riebeck'schen Montanwerke einführte. Er gründete auf ihre Anwendung ein bestimmtes System der Destillationsanlage, das einmal zum Wegfall des

[1]) Vergleiche Krug, Hübner's Zeitschrift für die Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie 1878, Seite 32. — [2]) Dingler's polytechnisches Journal 139, 43.

Auskokens der Blasen nach jeder Charge mit Ausnahme der Residuumblasen und zum anderen zur zwei- bis dreifachen Benutzung einer Blase in 24 Stunden und dadurch zur Reduction der Destillationsblasen überhaupt auf weniger als die Hälfte führte [1]).

Die Füllung der geschlossenen Blase geschieht durch die in den Blasendeckel mündende Füllleitung in der schon beschriebenen Weise; um die Füllung zu beschleunigen, saugt der Körting'sche Luftsauger, und sind zehn Blasen in etwa zehn Minuten gefüllt. Durch einen in den Blasendeckel eingefügten Meßstutzen wird die Höhe des Blaseninhaltes gemessen.

Bei Beginn der Destillation arbeitet man in mäßig luftverdünntem Raume und läßt das erste Destillat eine geringe Zersetzung erleiden, was zweckmäßig erscheint; dann steigert man das Vacuum und destillirt, sobald Paraffin auftritt, in einem Vacuum, das einer Quecksilbersäule von 40 bis 50 cm entspricht. Nach sechs bis sieben Stunden ist die Destillation von $^3/_4$ der Füllung beendet, den Rückstand läßt man $1^1/_2$ Stunden erkalten und dann nach dem Residuumkessel laufen, von dort wird er nach etwa vier Stunden auf die Rückstandsblasen durch comprimirte Luft gefüllt, mit dem üblichen Zuschlag versehen und zur Trockene destillirt. Die Theerblasen werden nach dem Ablassen des Rückstandes sofort wieder gefüllt, so daß man mit ihnen in der Woche, Nachtarbeit eingeschlossen, 15 bis 16 Chargen destillirt. Nach zwei bis drei Wochen werden die Blasen geöffnet und von der geringen Menge Koks und Ruß, die sich angesetzt hat, gesäubert. Derartig eingebaute Blasen und das sie umgebende Mauerwerk behalten die darin aufgespeicherte Wärme und sind damit, abgesehen von der Ersparniß an Brennmaterial, gegen die Einwirkung der kalten Luft, die oft zerstörend für die Apparate sein kann, geschützt. Der ganze Vorgang vollzieht sich im geschlossenen Raume und ist daher ohne jede Belästigung durch Gase und Dämpfe für die Arbeiter möglich. Die Entfernung des Rückstandes ist auf $^1/_5$ der Blasen reducirt, ohne daß das lästige Ueberschöpfen des Theerrückstandes nöthig wird. 20 hkg Theer erfordern zur Destillation, die Rückstandsblase eingeschlossen, durchschnittlich 8 bis 9 hl Feuerkohle.

Die Destillation im luftverdünnten Raume hat vor der Destillation bei gewöhnlichem Luftdruck mancherlei Vortheile. Diese erstrecken sich weniger auf die Darstellung von leichten Oelen als auf die Gewinnung von Paraffin und vor Allem auf die größere Ausnutzung der Apparate. Bei gewöhnlicher Destillation geht neben der Zersetzung des noch vorhandenen Bitumens im Theer eine secundäre Zersetzung der schon gebildeten Kohlenwasserstoffe vor sich, hochsiedende werden in niedrigsiedende, feste in flüssige verwandelt, unter Abscheidung von Koks. Am ausgedehntesten wird dieser Vorgang gegen Ende der Destillation sein, wo die Dämpfe eine große Steighöhe zu überwinden haben und dabei mit den heißen Blasenwänden in Berührung kommen, daher ist es stets vortheilhafter, die Residuen auf einer besonderen Blase für sich zu destilliren. Bei der

[1]) Schon früher hatte die Vacuumdestillation in der Steinkohlentheer- und Stearindestillation Anwendung gefunden und sich bewährt.

Vacuumdestillation werden diese Uebelstände vermieden. Auch der Hauptzweck der Destillation des Theeres, die Fractionen scharf zu trennen und das Paraffin

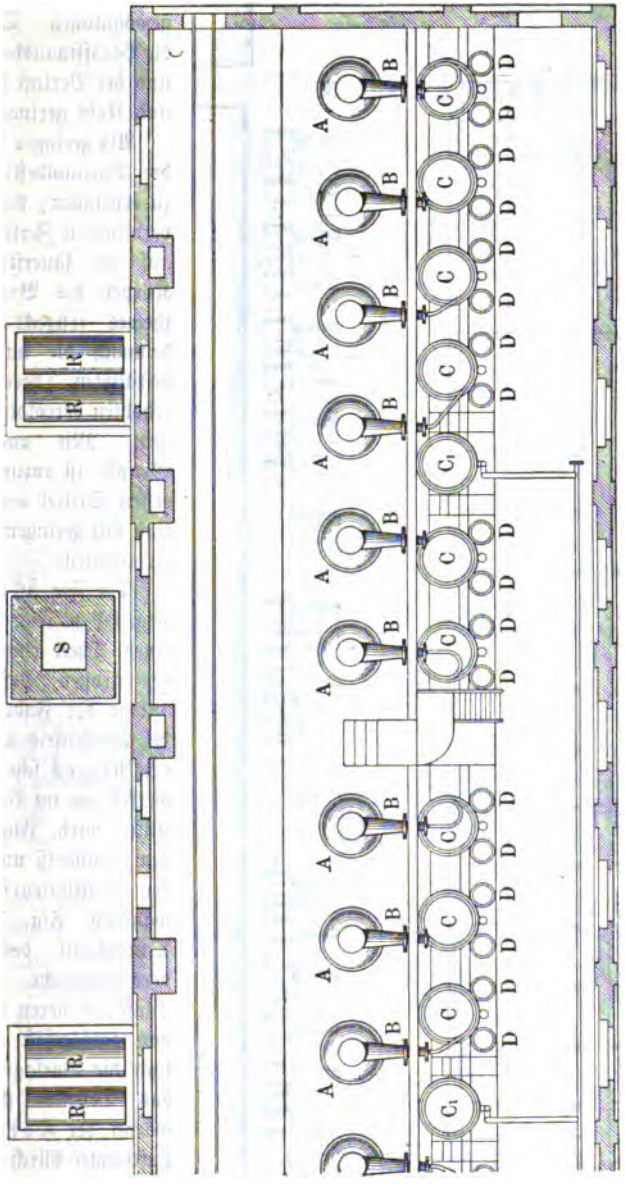


Fig. 56.

in möglichst concentrirter Lösung zu erhalten, wird im luftverdünnten Raume besser erreicht, weil dabei die Einwirkungen der Tensionen und der Dampfdichten

der Kohlenwasserstoffe ausgeglichen werden; jene sinken, diese steigen mit jeder CH_2-Gruppe. Bei einer gut geleiteten Destillation des Theeres im Vacuum müssen im Vergleich zur gewöhnlichen Destillation die Paraffinausbeute größer und der Verlust durch Gas und Koks geringer sein.

Als geringer Uebelstand der Vacuumdestillation ist zu erwähnen, daß sich die verminderte Zersetzung auch auf die sauerstoffhaltigen Körper des Braunkohlentheeres erstreckt und daß demnach die im Vacuum destillirten Theeröle etwas erhöhten Kreosotgehalt zeigen. Mit aus diesem Grunde ist anzurathen, im ersten Drittel der Destillation mit geringem Vacuum zu arbeiten.

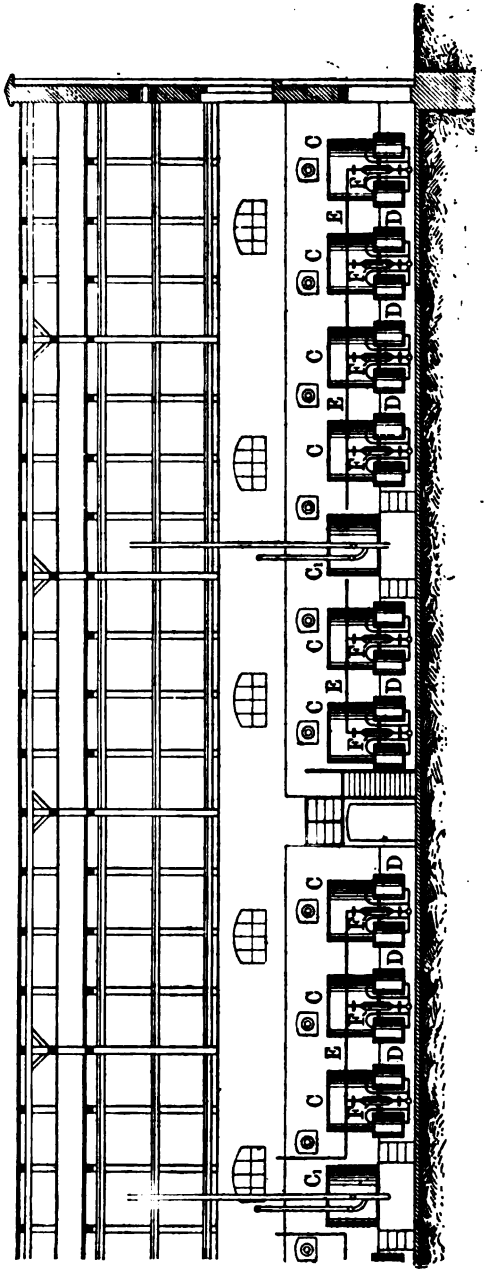
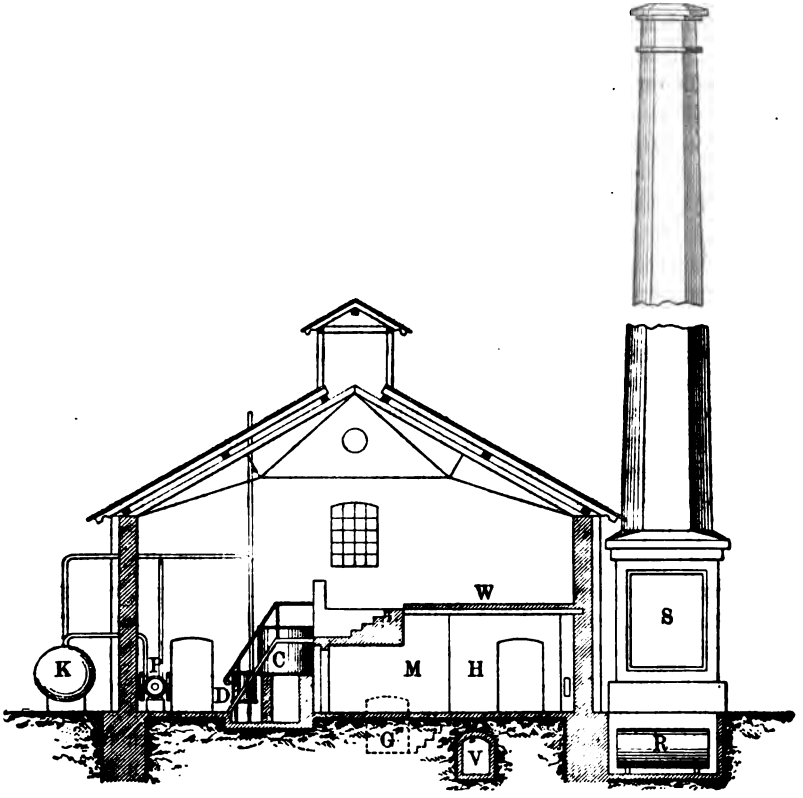


Fig. 57.

Die Fig. 56 (a. v. S.), Fig. 57 u. Fig. 58 zeigen einen Theil eines Hauses der großen Destillationsanlage der Fabrik Webau bei Weißenfels a. d. Saale (A. Riebeck'sche Montanwerke), wo im Vacuum destillirt wird. Fig. 56 stellt den Grundriß und Fig. 57 den Destillateurstand dar, während Fig. 58 einen Querschnitt des Hauses veranschaulicht. *A* ist die Blase, *B* deren Rüssel, *C* das Kühlgefäß und *DD* sind die Vorlagen, in die das Destillat fließt und woran der Körting'sche Luftsauger durch das Rohr *E* angeschlossen ist. C_1 ist der Kühler für den Luftsauger, von wo aus die

Gase durch die Pumpe *P* nach dem Gaskessel *K* und von da nach dem Gasometer befördert werden. *RR* sind die Kessel für das Residuum, das von den Blasen aus, wie geschildert, durch eine Rohrleitung, die im Gewölbe *G* liegt, dahin läuft. *M* ist das Mauerwerk, in dem die Blase eingebaut ist, *H* stellt

Fig. 58.



den Heizerstand dar, der durch das Wellblechdach mit Lehmbelag *W* feuersicher gegen den oberen Theil des Ofens abgeschlossen ist. Nach *W* führt von dem Destillateurstande aus eine eiserne Treppe. Die Feuergase entweichen durch *V* nach dem Schornstein *S*. Durch geeignete Dachconstruction ist für genügende Ventilation des Raumes gesorgt [1]).

Die Dampfdestillation.

Wie in anderen Destillationsgewerben, so wird auch in der Braunkohlentheerindustrie zuweilen die Destillation mit Unterstützung von eintreten-

[1]) Die mit *F* bezeichnete Verbindung zwischen Kühler und Vorlage wird später (S. 114) erläutert werden.

den Wasserdämpfen (von 3 bis 4 Atm.) ausgeführt. Das Verfahren, den Dampf am Boden der Blase eintreten zu lassen und durch die größere Spannung des Wasserdampfes den entweichenden Dämpfen eine größere Geschwindigkeit zu geben, sie auch durch den einhüllenden Wasserdampf, besonders gegen Ende der Destillation, der Einwirkung der überhitzten Blasenwände zu entziehen, hat bei der Theerdestillation keine Anwendung gefunden. Es ist festgestellt worden, daß dadurch die Paraffinausbeute vermindert wird, denn das im Theer noch enthaltene Bitumen destillirt dann, ohne sich zu zersetzen. Bei der Destillation von Theerölen und Abfallproducten ist diese Methode jedoch mit Erfolg im Betriebe.

In einigen Fabriken läßt man Wasserdampf von der erwähnten Spannung, wenn die Destillation im Gange ist, in den oberen Theil der Blase eintreten und will damit die vorher geschilderten Vortheile der Dampfdestillation erzielen. Die Menge des eintretenden Dampfes bemißt man so, daß ungefähr $^1/_{10}$ des Destillats aus Wasser besteht. Bei der Vacuumdestillation sieht man in der Regel von diesem Hülfsmittel ab. In der Fabrik Aue bei Zeitz dagegen destillirt man im Vacuum mit Unterstützung von überhitztem Dampf, um Paraffinöle, die ein hohes specifisches Gewicht (über 0,900) und helle Farbe besitzen, herzustellen. — Eine besondere Art der Dampfdestillation ist von Ramdohr[1]) in Vorschlag gebracht worden, die aber keine Anwendung in der Praxis gefunden hat und deren Durchführung auch unmöglich erscheint. Er erhielt ein Patent auf ein Verfahren der Anwendung von Wasserdämpfen bei der Destillation von Flüssigkeiten. Es unterscheidet sich dadurch von den üblichen Dampfdestillationen, daß der die Destillation unterstützende Wasserdampf stets genau dieselbe Temperatur besitzen soll, die den jeweilig vorhandenen Siedepunkten der destillirenden Flüssigkeit entspricht. Der zu verwendende Wasserdampf soll innerhalb des Destillationsgefäßes selbst, und zwar hauptsächlich durch die siedende Flüssigkeit, überhitzt werden und dann entweder innerhalb dieser oder über ihrer Oberfläche austreten. Es befindet sich deshalb in dem Destillirgefäße ein Rohrsystem, durch das der Wasserdampf streicht, und worin er auf die augenblicklich herrschende Siedetemperatur erhitzt werden soll. Nach der Angabe des Patentträgers ist die Einrichtung der Destillirblasen nach diesem Verfahren einfach und in der Herstellung billig.

Das Blasenmaterial.

Wie schon erwähnt, bedient man sich fast ausschließlich gußeiserner Destillationsapparate, die im Verhältniß zu den in den verwandten Gewerben der Steinkohlentheer- und Petroleumdestillation üblichen ein kleines Kaliber besitzen. Diese Praxis läßt sich damit rechtfertigen, daß schmiedeeiserne Blasen von großem Fassungsraume mit Nutzen sich nur anwenden lassen, wenn der Destillationsrückstand sehr bedeutend ist, wie bei der Steinkohlentheerdestillation, oder wenn auf die Zersetzung des Paraffins nicht besondere Rücksicht genommen

[1]) Wagner's Jahresber. 1879, S. 1163. D. R.-P. Nr. 5315.

zu werden braucht, da die zur Destillation gelangenden Massen wesentlich ärmer an Paraffin sind als der Braunkohlentheer. Schmiedeeiserne Destillationsapparate dürfen jedenfalls nicht so weit destillirt werden, daß die Feuergase ihre Wandungen umspülen, ohne daß der Blaseninhalt sie an der Innenseite bedeckt. Kann man an dem Boden viel Wasserdampf einströmen lassen, so wird dieser Uebelstand und die dadurch bedingte Gefahr vermieden, doch ist, wie vorher geschildert, dieses Hülfsmittel dem Braunkohlentheerdestillateur versagt. Wir finden aus diesem Grunde auch in der Petroleumdestillation, daß die Paraffin und werthvolle Schmieröle liefernden Rückstände in Blasen ähnlich denen der Braunkohlentheerindustrie verarbeitet werden. Ein anderer Vortheil des kleinen Kalibers ist das leichte Ausschalten und Wiedereinsetzen einer defecten Blase, so daß der Betrieb im günstigsten Falle auf zwei Tage unterbrochen wird, während Reparaturen an den großen schmiedeeisernen Blasen viel längere Zeit in Anspruch nehmen. Ebenso wichtig für die Betriebsdauer einer gußeisernen Blase wie ihre Behandlung vom Destillateur, ist die Beschaffenheit des dazu verwendeten Gußeisens. Es muß ein besonders dichter und porenfreier Eisenguß benutzt werden, der nicht zu hart und nicht zu weich sein darf. Auch die Eigenschaften des zu destillirenden Theeres, die erforderliche Destillationstemperatur und der Koksgehalt sind von Einfluß; geht der Destillation, wie im nächsten Capitel geschildert werden wird, eine Behandlung des Theeres mit Schwefelsäure voraus, so wird der Theer ein für die Betriebsdauer der Blasen günstiges Verhältniß zeigen. Im Allgemeinen rechnet man 0,176 bis 0,715 kg Eisenverbrauch für 100 kg verarbeiteten Theer, als normal kann man 0,4 ansehen. Diese Zahl bezieht sich nicht allein auf die Destillation des Theeres selbst, sondern die seiner Destillate ist dabei mit eingeschlossen. — Der Ersatz des gewöhnlichen Gußeisens durch Hartguß hat sich nicht bewährt, wie es sich auch nicht hat durchführen lassen, die Blase aus zwei Theilen zu construiren, um nur den dem Feuer am meisten ausgesetzten Theil ersetzen zu müssen. Neuerdings hat Krey zur Destillation des Theerrückstandes Blasen aus Gruson's Gußstahl verwendet, doch liegt ein abschließendes Urtheil noch nicht vor. Es hat sich jedoch wie auch bei den gußeisernen Blasen eine große Verschiedenheit der Betriebsdauer bei gleicher Inanspruchnahme erwiesen [1]).

Die Destillationsproducte.

Der Braunkohlentheer wird durch die Destillation zerlegt in leichtes Rohöl und Paraffinmasse, deren Trennung geschieht, sobald das Destillat auf Eis oder auf einem gekühlten Gegenstande, wie Eisenblech, erstarrt. Der letzte Theil der Paraffinmasse ist von schmieriger Beschaffenheit und rother Farbe, wird daher gesondert gehalten und Rothes oder rothe Producte genannt. In der Blase zurück bleibt der Koks und während der Destillation entweichen besonders gegen Ende hin nicht verdichtete Gase. Ein Theer, wie er jetzt meist zur Verarbeitung gelangt, der ein specifisches Gewicht von 0,860 besitzt, liefert etwa folgende Mengen:

[1]) Privatmittheilung.

Etwas Wasser,
30 Proc. leichtes Rohöl,
64 „ Paraffinmasse,
2 „ rothe Producte,
2 „ Koks und
2 „ Gas.

Das Wasser ist werthlos.

Das leichte Rohöl besitzt eine dunkelbraune Farbe und starken penetranten Geruch nach Schwefelwasserstoff, sein specifisches Gewicht beträgt 0,850 bis 0,860 und das Oel siedet zwischen 100 und 350° C.

Die Paraffinmasse wird, falls der Theer roh destillirt worden ist, chemisch behandelt. Das specifische Gewicht der Masse schwankt zwischen 0,860 und 0,870, und sie enthält 15 bis 20 Proc. Hartparaffin. Zuweilen wird sie auch nochmals destillirt. Darauf gelangt sie nach dem Kühlraum. Durch die Pressereiarbeit werden daraus 1) Hartparaffinschuppen und 2) Schweres Rohöl (Massenöl) gewonnen.

Die rothen Producte haben ein hohes specifisches Gewicht, etwa 0,900; sie sind meist Zersetzungsproducte und enthalten nur wenig Paraffin. Sie werden einer neuen Theercharge wieder zugesetzt, ohne daß ihre Menge erfahrungsgemäß bei der darauf folgenden Destillation steigt.

Der Koks wird als Heizmaterial auf den Fabriken selbst und in geringen Mengen von den Schmieden und Klempnern benutzt. Falls die Theerdestillation ohne Zuschlag erfolgt, so kann er für die Zwecke der elektrischen Technik geeignet gemacht werden. Er leitet zunächst die Elektricität nicht, da er noch Reste von Kohlenwasserstoffen enthält; werden ihm diese durch abermaliges Glühen bei Luftabschluß entzogen, so wird er leitend.

Von den bei der Theerdestillation gewonnenen Gasen sind nur die während der Destillation der Paraffinmasse auftretenden zur Beleuchtung zu verwenden, während sie alle zum Heizen dienen können. In beiden Fällen muß der Benutzung eine Reinigung zur Entfernung des Schwefelwasserstoffs vorausgehen. Das zur Beleuchtung der Fabrik Webau bei Weißenfels a. S. in den Jahren vor 1891 verbrannte Gas hatte im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

2,10 Proc. Kohlensäure,
8,90 „ schwere Kohlenwasserstoffe,
4,70 „ Sauerstoff,
3,90 „ Kohlenoxyd,
9,38 „ Wasserstoff,
53,47 „ Methan und dessen gasförmige Homologe und
17,55 „ Stickstoff.

Der Stickstoff ist auf Beimischung von atmosphärischer Luft zurückzuführen. Aus der Analyse berechnet sich ein Heizwerth von 6150 Calorien, demnach eignet sich das Gas sehr gut zum Heizgas.

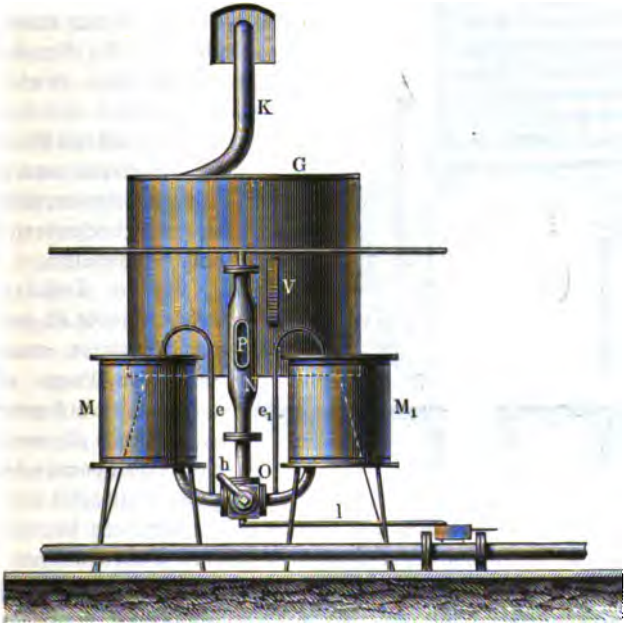
Bei normal geleiteter Destillation soll der Verlust durch Vergasung nicht mehr als 2 Proc. betragen und kann man bei Anwendung der Vacuumdestillation

1,8 cbm Gas für 100 kg destillirten Theer rechnen. Seines großen Gehaltes an flüchtigen Kohlenwasserstoffen halber ist namentlich im Winter selbst bei vorausgehender guter Condensation der Transport des Gases in den Leitungen sehr unbequem, da dort die leichten Oele sich condensiren und vielfach zu Betriebsstörungen Veranlassung geben. Als Brenner für das Gas eignen sich die gewöhnlichen Steinkohlengasbrenner. Der Verbrauch als Heiz- oder Motorgas ist entschieden dem zur Beleuchtung vorzuziehen.

B. Die Oeldestillation.

Die Destillation des leichten Rohöls erfolgt in gleichen Blasen wie die des Theeres, zuweilen sind sie noch mit Aufsätzen (Kolonnen) von 1 bis 2 m Höhe versehen, die den bei der Spiritusdestillation gebräuchlichen Savalle'schen

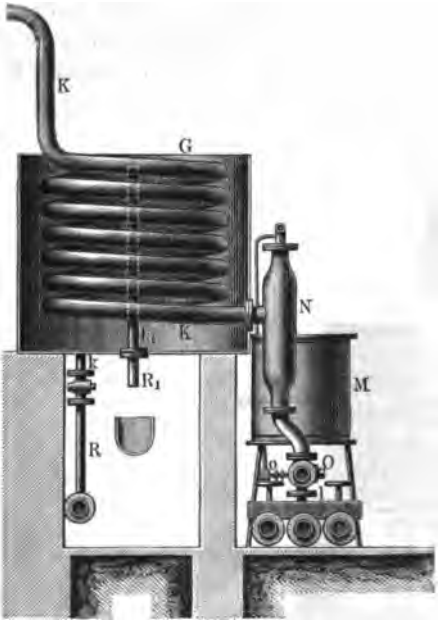
Fig. 59 a.



ähnlich sind. Dadurch wird eine schärfere Scheidung der einzelnen Fractionen erzielt. Führt man die Destillation im luftverdünnten Raume aus, so ist zweckmäßig die Verbindung zwischen der Kühlschlange und den Vorlagen in anderer Weise als bei den Theerblasen hergestellt. An das Ende der Schlange, wo sie aus dem Kühlgefäße austritt, ist, wie die Figuren 59 a u. 59 b (a. f. S.) zeigen, ein langgestrecktes, ausgebauchtes und mit einem Schaufenster *P* versehenes Gußstück *N*, Fischbauch, geschraubt, dessen Ausfluß durch einen Vierwegehahn *O*

mit den beiden Vorlagen verbunden ist. An dem Fischbauche und an den Vorlagen saugt der Körting'sche Luftsauger. Mit diesem Vierwegehahn ist ein kleinerer *o* von derselben Einrichtung fest verbunden, der die Verbindung der Vorlagen mit dem Luftsauger und der äußeren Luft herstellt oder sperrt. Befindet sich der Hahn *O* und sein Hebel *h* in der durch Fig. 59a veranschaulichten Stellung, so ist die Vorlage *M* nach dem Fischbauche zu geschlossen, während ihr Ablauf geöffnet ist; die Vorlage M_1 dagegen ist mit dem Fischbauche verbunden und das Destillat läuft in diese. Zugleich ist auch durch die Stellung des Hahnes *o* M_1 durch e_1 mit dem Luftsauger verbunden, während nach *M* Luft dringt und dessen Inhalt durch *l* abläuft. Die Handhabung besteht nur im einfachen Umlegen des Hebels *h*. Das Schauglas *P* läßt sowohl den Gang der Destillation erkennen wie den Zeitpunkt, wo eine der beiden Vorlagen gefüllt ist. Die Anordnung ermöglicht einen ebenso sicheren wie bequemen in siebenjähriger Praxis bewährten Betrieb. Bei der Destillation von paraffinhaltigen Oelen empfiehlt es sich, die früher beschriebene Einrichtung beizubehalten.

Fig. 59 b.



Bei der Destillation des leichten Rohöls ist der Zusatz von Aetznatron entweder in Form von Lauge oder gemahlenem festem Aetznatron ($^1/_4$ bis $^1/_2$ Proc.) allgemein üblich. Man erzielt damit erfahrungsgemäß Haltbarkeit und besseren Geruch des Oels, und wird dies seine Ursache in der Zersetzung schwefelhaltiger, sauerstoff- und stickstoffhaltiger Bestandtheile haben. Bemerkenswerth ist das Auftreten des Ammoniakgeruches bei Anwendung des Natronzuschlages zur Destillation der Oele, denen ihr Gehalt an Stickstoffbasen vorher durch die Behandlung mit Schwefelsäure entzogen ist, was zu dem Schlusse führt, daß diese nicht die alleinigen stickstoffhaltigen Braunkohlentheerbestandtheile sind. Die Trennung der Fractionen des leichten Rohöls durch die Destillation wird nach dem specifischen Gewichte vorgenommen. Man gewinnt 1. leichtes Braunkohlentheeröl (Rohbenzin); 2. leichtes Rohphotogen; 3. helles Paraffinöl; 4. Solarparaffinmasse; 5. Koks. Bei der Vacuumdestillation ist es erforderlich, nur paraffinfreie Destillate resultiren zu lassen, beim Auftreten von Paraffin die Destillation abzubrechen und den paraffinhaltigen Rück-

stand (1/4 der Füllung) in einer Blase für sich, und zwar ohne Kolonne, zu destilliren.

Das leichte Braunkohlentheeröl besitzt ein specifisches Gewicht von 0,790 bis 0,810, entflammt bei 25 bis 35° und siedet von 100 bis 200° C. Seine Farbe ist schwach gelblich, und es kommt wie die übrigen Producte zur chemischen Behandlung. Dann wird es durch Destillation mit indirectem und directem Dampf (der letztere strömt am Boden der Blase ein) in mehrere Fractionen zerlegt. Diese, gewöhnlich drei, sind wasserhell und haben folgende specifischen Gewichte: 1. 0,760 bis 0,790; 2. 0,790 bis 0,810 und 3. 0,810 bis 0,820 und werden zur Paraffinreinigung verwandt.

Das leichte Rohphotogen, das ein specifisches Gewicht 0,835 bis 0,840 besitzt und bei 30 bis 40° C. entflammt, zeigt folgende Siedeanalyse: Anfang 150°, bis 200° gehen 35 Proc., bis 250° 80 Proc. und bis 300° 100 Proc. über. Seine hellgelbe Farbe dunkelt bald nach, wird aber durch eine chemische Behandlung befestigt. Die dem Mischprocesse folgende Destillation geschieht in denselben Blasen und mit demselben Zuschlage wie die des leichten Rohöls.

Anfang der 80er Jahre hat C. A. Riebeck einige Jahre hindurch dieses Oel mit continuirlicher Destillation nach einem französischen Patent aufgearbeitet. Die dazu getroffene Einrichtung war folgende. Ein hochstehendes größeres Gefäß diente als Oelbehälter, von da floß das Oel nach einem kleineren Gefäß, das entweder in dem Destillationsraume selbst oder in dessen unmittelbarer Nähe aufgestellt war. Das Oelniveau darin hielt sich stets constant durch eine geeignete Schwimmereinrichtung, durch die der Oelzufluß je nach Bedarf abgeschlossen oder geöffnet wurde. Die Destillationsblasen, die wie die üblichen eingerichtet waren, wurden aus diesem Gefäße mit Oel gespeist. Ein Verbindungsrohr mündete in ein an der Rückwand des Ofens wagerecht laufendes Rohr von etwa 5 cm Weite und von diesem gingen Rohre von 2 bis 3 cm Weite nach den einzelnen Blasen, von denen in der Regel sechs eine gemeinsame Leitung besaßen. Die Einflußöffnungen befanden sich 20 cm unter dem Blasenflantsche, wo der Blasendeckel angeschraubt ist, und jede konnte durch einen besonderen Hahn abgeschlossen und so aus der Destillation geschaltet werden. Der Stand des Oels in dem zweiten Gefäße war gleich der Füllhöhe der Blase, so daß die Einflußöffnung stets mit Oel bedeckt und ein Entweichen der Destillationsgase nach dieser Richtung unmöglich war.

Man destillirte zunächst von der ersten Füllung so viel, bis das Destillat das specifische Gewicht des Anfangsgliedes der Hauptfraction erreicht hatte, dann begann die continuirliche Destillation. Diese wurde so lange fortgesetzt, bis der Durchschnitt des Destillates dem specifischen Gewichte nach der verlangten Fraction entsprach. Der Rückstand der Blase wurde nun abdestillirt, die Blase gereinigt und die Destillation begann von Neuem. Jede Blase hatte den üblichen Fassungsraum von 2 cbm und währte eine Destillation 36 Stunden; in dieser Zeit destillirte man etwa 60 hkg Oel.

Wie leicht ersichtlich, ist diese Destillationsweise nur für ein Oel anzuwenden, das im Wesentlichen, wie eben das leichte Rohphotogen, aus einer Hauptfraction

besteht. Auch ist der Natur der Sache nach die eigentliche Fractionirung unvollkommen.

Die hellen beinahe paraffinfreien Paraffinöle haben ein specifisches Gewicht von 0,865 bis 0,880, ihre Farbe ist gelb bis roth und sie sieden von 220 bis 320° C. Sie gehen entweder je nach der Anforderung des Marktes sofort in den Handel oder werden noch einer Behandlung mit Chemikalien oder einer nochmaligen Destillation unterworfen. Im letzten Falle werden sie jedoch nicht besonders destillirt, sondern die Grenzen des Rohphotogens bei der Destillation des Rohöls werden entsprechend ausgedehnt.

Die Solarparaffinmasse, die ein specifisches Gewicht von etwa 0,860 bis 0,870 besitzt, kommt nach dem Kühlraum zur Krystallisation.

Der Koks ist wegen des Natrongehaltes als Brennmaterial nicht zu gebrauchen.

Zu erwähnen bleibt noch, daß bei dieser Oeldestillation sowie bei allen anderen am Schlusse der Destillation eine schmierige rothe Masse übergeht, die den rothen Producten beigefügt und mit diesen in der Regel dem Theere zugesetzt wird.

Das leichte Rohphotogen trennt man bei der gewöhnlichen Destillation in: 1. leichtes Braunkohlentheeröl (Benzin); 2. Solaröl, das 50 bis 60 Proc. des leichten Rohphotogens ausmacht, und 3. helles Paraffinöl. Bei Anwendung der continuirlichen Destillation wird nur wenig Benzin gewonnen werden, das des nachlaufenden Oels geht in das Solaröl über.

Das Benzin ist farblos und hat ein specifisches Gewicht von 0,790 bis 0,805. Seine Ausbeute hängt natürlich davon ab, wie viel bereits dem leichten Rohöl Rohbenzin entzogen wurde, und es wird diesem analog behandelt.

Das Solaröl, dessen specifisches Gewicht 0,825 bis 0,830 beträgt und dessen Entflammungspunkt bei 40 bis 50° C. liegt, ist ebenfalls farblos und gelangt entweder direct zum Verkauf oder wird noch einer Behandlung unterworfen. Es siedet von 150 bis 270° C.

Die hellen Paraffinöle erfahren eine gleiche Verarbeitung wie die des leichten Rohöls.

Die Destillation des schweren Rohöls, das von der Paraffinmasse nach dessen Entparaffinirung herrührt (s. Cap. VII) ergiebt: 1. Rohphotogen II; 2. Solaröl I; 3. Secunda-Paraffinmasse. Man läßt in der Blase einen Inhalt, der 3 bis 4 Proc. der Rohölcharge beträgt und ein äußerlich etwa dem Steinkohlentheer gleiches Product, Goudron, darstellt und als solches in den Handel kommt. Man kann je nach Bedarf natürlich den Inhalt der Blase soweit einengen, daß dieser nach dem Erkalten erstarrt und dann als Asphalt Handelsartikel wird.

Das Rohphotogen II, dessen specifisches Gewicht etwa 0,860 beträgt, wird entweder mit dem zur Destillation fertigen leichten Rohöl vereinigt oder für sich destillirt; es liefert die höher siedenden Producte des leichten Rohöls.

Das Solaröl I mit einem specifischen Gewicht von 0,875 bis 0,885 wird durch die Destillation zerlegt in helles Paraffinöl und in paraffinhaltige Oele. Es empfiehlt sich, die letzteren in zwei Fractionen je nach ihrem Paraffin-

gehalt zu trennen und diese gesondert durch Abkühlung von dem Paraffin zu befreien. Zweckmäßig erscheinen dafür die Bezeichnungen Solar- und Secunda-Paraffinmasse. Die Destillation erfolgt bis zur Trockne.

Außer der Destillation, wie sie bisher geschildert worden ist, werden ihr die Oele unterworfen, die im Verlauf der Paraffinfabrikation, abgesehen von Verarbeitung der Hartparaffinmasse, sich ergeben. Dies sind zunächst die aus der Solar- und Secunda-Paraffinmasse herkommenden Oele nach deren Entparaffinirung. Das von der Solar-Paraffinmasse stammende Oel wird einer nochmaligen Destillation unterworfen, wenn man dadurch, combinirt mit einer Behandlung durch Chemikalien, gelbe bis rothe Oele im specifischen Gewicht von 0,875 und mehr, die in der Farbe haltbar sind, erzielt und die man dann als Fettöle in den Handel bringt. Erweist sich dieses erfahrungsgemäß als unrentabel, so sieht man von der Destillation ab und giebt das Oel zum Gasöl. — Das aus der Secunda-Paraffinmasse herrührende Oel, Paraffinöl, wird stets der Destillation unterworfen. Diese liefert Paraffinöl (Gasöl), das man je nach Bedarf in 1 bis 2 Fractionen, die im specifischen Gewichte verschieden sind, zerlegt und Tertia-Paraffinmasse, die für sich entparaffinirt wird. Je nach der Forderung des Marktes erscheint es rentabel, das von der Tertia-Paraffinmasse resultirende Oel nochmals einer Behandlung zu unterwerfen, um dadurch schwere Paraffinöle, die sich als Gasöle noch eignen, zu trennen von solchen, die lediglich als Rohmaterial in die Wagenfettfabrikation und dergl. gelangen.

Außer diesen Producten aus der Paraffinfabrikation wird auch das Preßöl daraus der Destillation überwiesen. Dieses entsteht, wie die spätere Beschreibung der Paraffindarstellung ergiebt, aus dem leichten Braunkohlentheeröl, das im Paraffinreinigungsproceß als Waschmittel dient und aus den dem Rohparaffin anhaftenden Mineralölen, die zu entfernen eben der Zweck des Waschvorganges bei der Paraffinfabrikation ist. Da bei diesem Vorgange nicht unwesentliche Mengen von Paraffin gelöst werden, so ist die Destillation des Preßöls als solche eines stark paraffinhaltigen Oels aufzufassen. Aus diesem Grunde wird das Preßöl, ehe es in die Destillation gelangt, in der Regel durch Abkühlen entparaffinirt. Gelegentlich werden auch vorher durch Einströmenlassen von Wasserdampf die früh siedenden Antheile (Benzin) daraus entfernt. Das sich aus diesen Operationen ergebende Product, das in seiner Zusammensetzung entweder dem leichten Rohphotogen oder dem Rohphotogen II sich nähert, wird dann in die den erwähnten Oelen entsprechenden Fractionen zerlegt.

Allgemeine, bis ins Besondere geltende Vorschriften lassen sich natürlich für den gesammten Destillationsvorgang nicht geben. Die Abgrenzung der einzelnen Glieder richtet sich nach der Marktlage, je nach dem für die paraffinfreien Oele, abgesehen vom Solaröl, eine Verwendung in Aussicht genommen ist, die wiederum besondere Ansprüche an Farbe und Geruch der Oele stellt. Im Wesentlichen ist festzuhalten, daß die sächsisch-thüringische Industrie ihr werthvollstes Product im Paraffin erkennt und bestrebt sein muß, dieses den Oelen nach Möglichkeit zu entziehen. Erwähnt sei noch, daß es sich nicht empfiehlt, Oele, die durch die Paraffinfabrikation gegangen sind, ohne Weiteres,

auch wenn sie ihren Siedepunkten nach dazu gehören sollten, dem Solaröl beizufügen.

Einige Fabrikationsschemata sollen den geschilderten Vorgang nochmals in Kürze verdeutlichen. Zu bemerken ist hierbei, daß in den verschiedenen Fabriken der Industrie auch zuweilen verschiedene Bezeichnungen für die Zwischenproducte üblich sind, wie es Schema II (S. 120) und III (S. 121) zeigen.

Die Destillation in der schottischen Industrie.

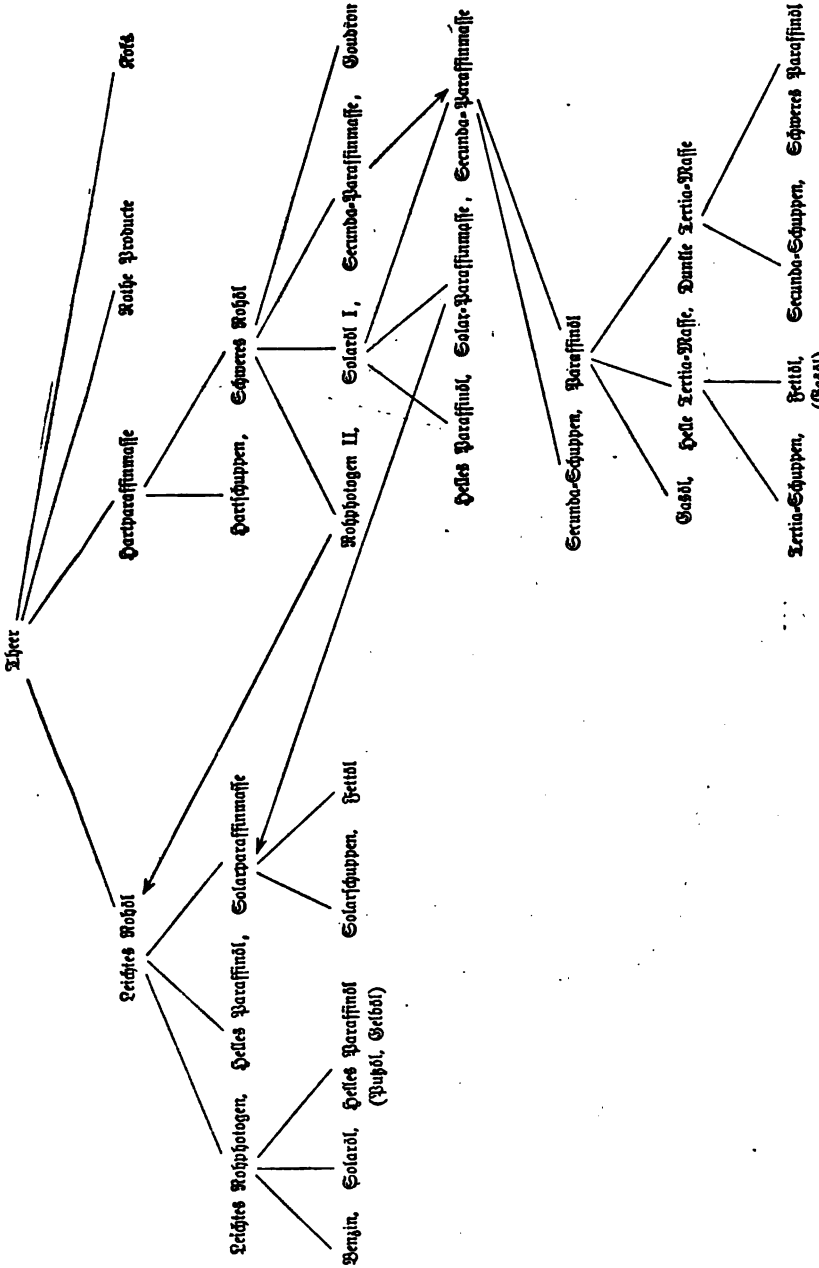
Die Destillation des Theeres (tar, crude oil) geschieht in Blasen, die denen ähnlich sind, wie sie in der Provinz Sachsen benutzt werden. Es wird allgemein die Hülfe von überhitztem Wasserdampf gebraucht. Fig. 60 zeigt eine solche Blase *A*, die freischwebend über der Feuerung *B* eingemauert ist. Durch das Mannloch *a* wird die Blase aus dem Theerzuführungsrohr *b* gefüllt; durch das Rohr *c*, das am Boden in eine Spirale endigt, strömt der überhitzte Wasserdampf ein und *d* ist das Entbindungsrohr, das die Oeldämpfe nach einem in einem Wasserkühler liegenden Schlangenrohre führt. Außerdem ist im Blasendeckel noch ein Sicherheitsrohr *e* angebracht, das bei einer Verstopfung des Kühlrohres die Dämpfe ableitet. Das Kühlgefäß ist in der Regel durch eine Mauer von den Blasen getrennt und enthält eine Kühlschlange aus Blei. Jede Blase faßt 5,5 bis 6,3 cbm. Der Theer wird in der Regel roh ohne vorhergegangene chemische Behandlung und ohne Zuschlag bis zur Trockne destillirt. Nach einer Charge wird die Blase nach dem Abkühlen gereinigt und von Neuem gefüllt.

Fig. 60.

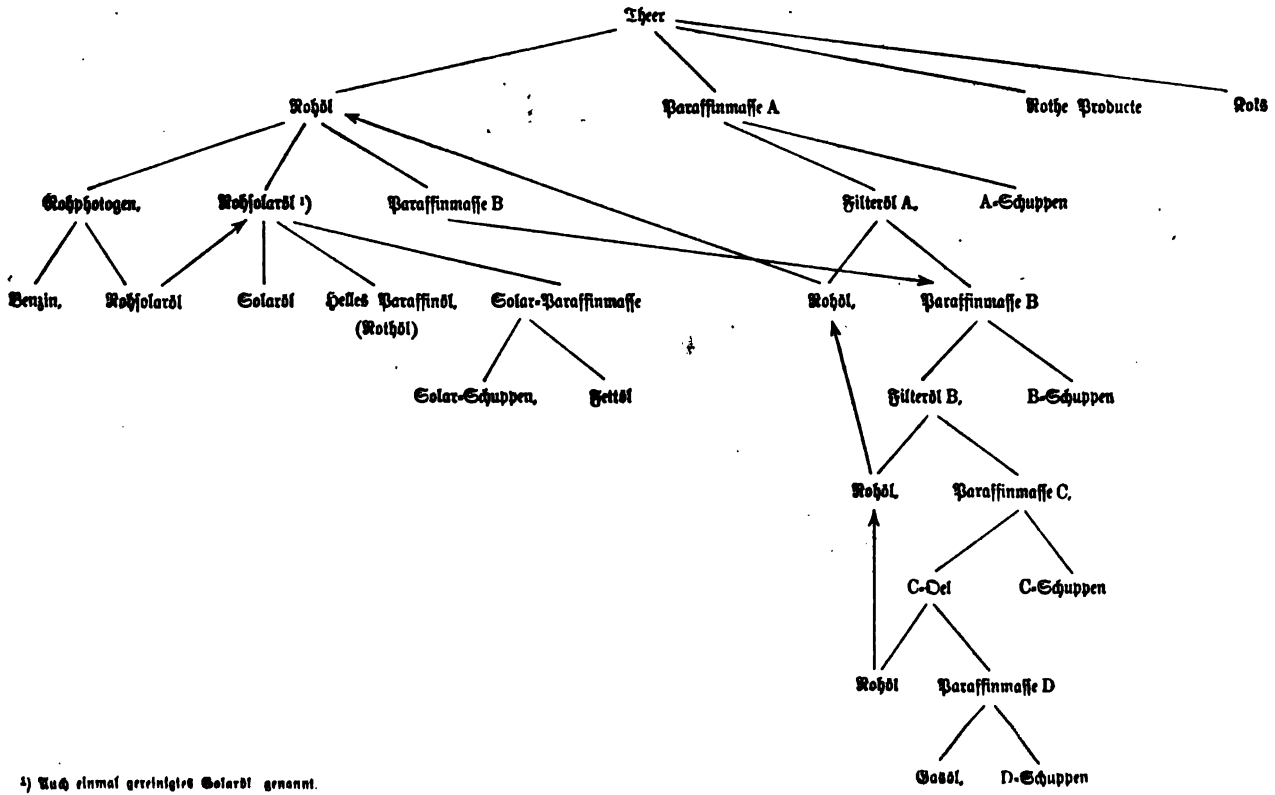
Man gewinnt bei der Theerdestillation nur eine Hauptfraction; die letzten Antheile des Destillationsproductes, die Schmiere, giebt man wieder zum Theer zurück. Als Rückstand bleiben 5 bis 10 Proc. Koks je nach der Reinheit des Theeres. Der Koks stellt ein gutes Brennmaterial dar.

Das Destillat, dessen specifisches Gewicht um 0,012 bis 0,020 geringer ist als das des Theeres, wird dem Mischproceß unterworfen und dann wieder destillirt unter Zusatz von $^1/_2$ Proc. Natronlauge von 38° Bé. Diese fractionirte Destillation wird in Destillationskesseln von etwa 18 cbm Fassungsraum vorgenommen, die die in Fig. 61 (S. 122) wiedergegebene Einrichtung besitzen. *A* ist der Kessel, der durch das Rohr *a* gefüllt und dessen Flüssigkeitsstand in *e* angezeigt

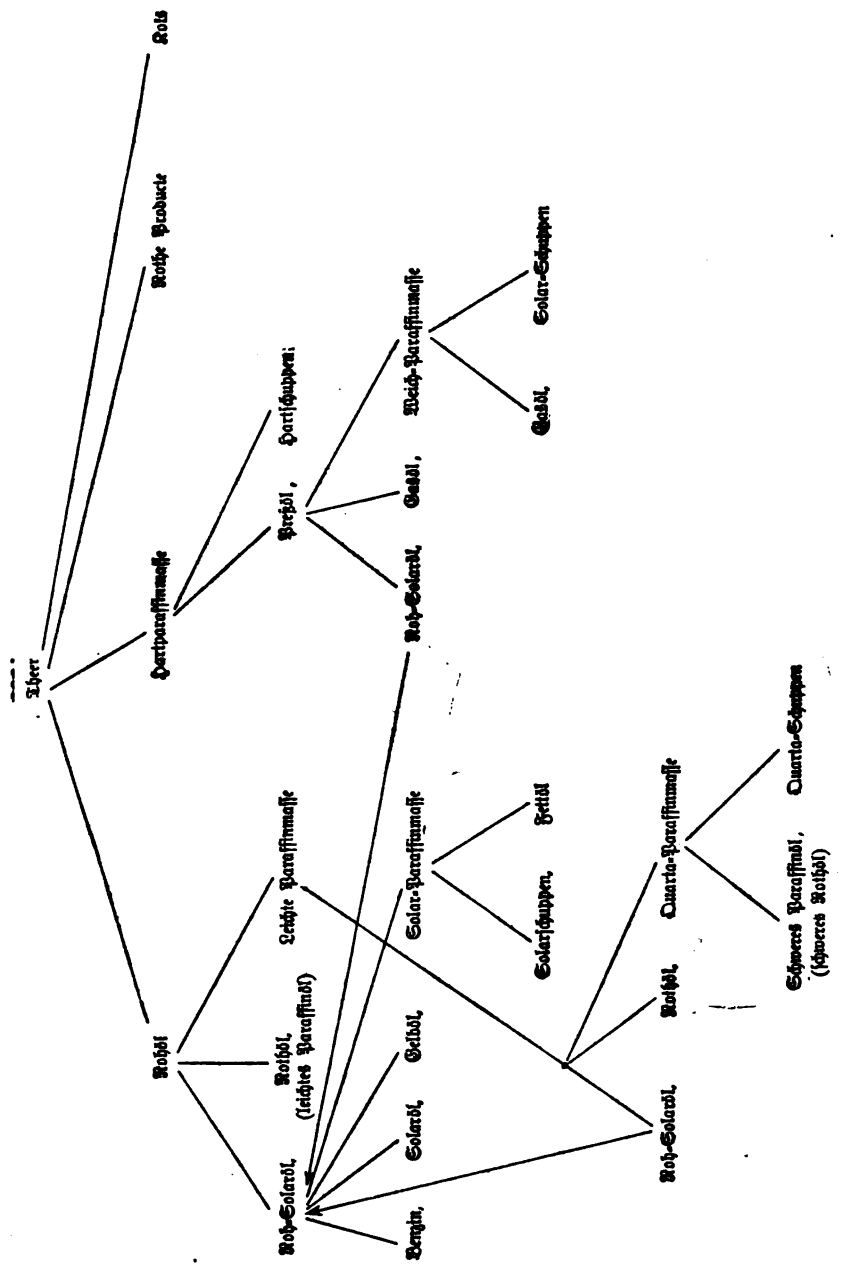
I.


Theer
Hartparaffinmasse
Rohe Producte
Koks
Hartparaffinschuppen,
Schweres Rohöl
Rohphotogen II,
Solaröl I,
Secunda-Paraffinmasse,
Goudron
Helles Paraffinöl,
Solar-Paraffinmasse,
Secunda-Paraffinmasse
Leichtes Rohöl
Solarparaffinmasse
Solarschuppen,
Fettöl
Leichtes Rohphotogen,
Helles Paraffinöl
Benzin,
Solaröl,
Helles Paraffinöl
(Putzöl, Gasöl)
Secunda-Schuppen,
Paraffinöl
Gasöl,
Helle Tertia-Masse,
Dunkle Tertia-Masse
Tertia-Schuppen,
Fettöl,
(Gasöl)
Secunda-Schuppen,
Schweres Paraffinöl

II.



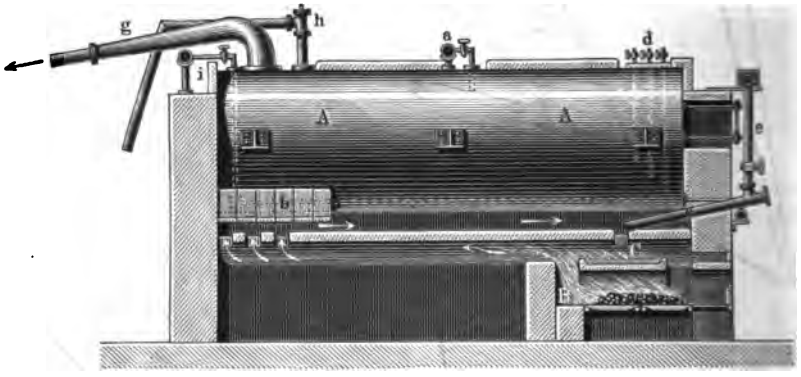
[1]) Auch einmal gereinigtes Solaröl genannt.


Theer
Kots
Rothe Producte
Hartparaffinmasse
Preßöl,
Hartschuppen;
Weich-Paraffinmasse
Solar-Schuppen
Gasöl,
Gasöl,
Roh-Solaröl,
Rohöl
Leichte Paraffinmasse
Rothöl,
(leichtes Paraffinöl)
Solar-Paraffinmasse
Fettöl
Solarschuppen,
Quarta-Paraffinmasse
Quarta-Schuppen
Schweres Paraffinöl,
(schweres Rothöl)
Rothöl,
Roh-Solaröl,
Gelböl,
Solaröl,
Benzin,
Roh-Solaröl,

wird; die Destillationsproducte entweichen durch *g*. *ddd* sind Probirhähne und *h* stellt ein Sicherheitsrohr vor, wie es sich an den Blasen auch befindet. Geheizt wird mit Kohle; außerdem werden in der sich über der Feuerung befindenden Pfanne *C* die Säureharze mit verbrannt, deren Zuführung durch *c* erfolgt. Die Feuergase treten am Ende des Feuergewölbes durch Schlitze unter den Kessel, der an dieser Stelle *b* durch feuerfeste Mantelsteine vor der directen Flamme geschützt ist. Der Wasserdampf, der in der Regel nur 1 Atm. Ueberdruck haben soll, wird durch *i* eingeleitet, sobald das Wasser ausgetrieben oder bei leichteren Oelen, sobald die erste Fraction abdestillirt worden ist [1]).

Das Theerdestillat trennt man in folgende Fractionen: 1. Naphta (Naphtha) bis zum specifischen Gewicht 0,770. 2. Leichtes Oel (Light oil), bis das specifische Gewicht des Destillats 0,850 beträgt, und 3. Hart-

Fig. 61.



paraffinmasse (Heavy oil), so lange die Farbe des Destillats nicht roth ist. Der noch flüssige Rückstand wird aus dem Destillationskessel nach einer gußeisernen Blase gebracht und darin zur Trockne destillirt unter Gewinnung von Rothparaffinmasse (rothe Producte), deren erster Theil mit dem Theerdestillat und deren letzten schmierigen Reste mit dem Theer vereinigt werden. Als Rückstand bleibt Koks in der Blase, der als Heizmaterial benutzt wird. — Zuweilen füllt man bei der Destillation des Theerdestillats, sobald das leichte Oel abgelaufen ist, den Kessel wieder und destillirt von Neuem bis zu diesem Punkte. Erst wenn der Kesselinhalt zum größten Theile aus den höher siedenden Oelen besteht, wird die Destillation weitergeführt.

Die Paraffinmasse kommt nach der chemischen Behandlung zur Krystallisation.

Eine Destillation im luftverdünnten Raume findet unseres Wissens in der schottischen Industrie nirgends statt, wie denn überhaupt die schottischen

[1]) Vergl. Oberkonz, Ueber die Aufarbeitung schottischer Theere. Jahresber. des Techniker-Vereins der sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1889.

Destillationsanlagen viel primitiver als die der Provinz Sachsen eingerichtet sind; da es das Klima gestattet, sind die Blasen meist ohne schützendes Gebäude im Freien aufgestellt.

Das leichte Oel wird einer chemischen Behandlung unterworfen und dann unter Zuschlag von 0,5 Proc. Natronlauge von 38° Bé. destillirt. Die Destillation wird in derselben Weise wie die des Theerdestillats ausgeführt, und gehen die letzten Destillationsproducte wie bei allen Destillationen zum Theer oder zu dessen Destillate zurück. Aus dem leichten Rohöl gewinnt man bis zum specifischen Gewichte 0,760 Naphta, dann Leuchtöl (Burning oil) von 0,760 bis 0,850 und schließlich ein Oel, das etwa 10 Proc. weiche Paraffine enthält. Das letzte Glied kann man auch in Mittelöl (Intermediate) und weiche Paraffinmasse trennen. Das Leuchtöl wird mit Chemikalien behandelt und gelangt nochmals zur Destillation. Bis zum specifischen Gewichte 0,790 wird es als Leuchtöl II, von da bis 0,806 als Leuchtöl I angesehen und die folgende Fraction von 0,806 bis 0,820 wird zur Gewinnung von Leuchtthurmöl benutzt. Das folgende Glied bis zum specifischen Gewicht 0,825 wird dem Leuchtöl I und das vom specifischen Gewicht 0,825 bis 0,840 dem Leuchtöl II zugesetzt. Von da bis zu Ende der Destillation geht ein Oel über, das etwas weiches Paraffin enthält und aus dem das Marineöl gewonnen wird.

Bei guten Theeren findet diese Trennung des Leuchtöls schon bei der dritten Destillation statt, zuweilen ist aber außer der vierten sogar noch eine Destillation mehr zur Herstellung von gutem Leuchtöl nöthig. Die Scheidung des rohen Leuchtöls in die einzelnen Fractionen schwankt nach der Nachfrage, so daß bald mehr von dieser, bald mehr von jener fabricirt wird.

Die letzte Fraction der Leuchtöldestillation wird, nachdem ihr das Paraffin entzogen ist, mit Chemikalien behandelt und darauf über Aetznatron destillirt. Man erhält hierbei etwa 25 Proc. vom Destillat als Marineöl mit einem specifischen Gewicht von 0,845, während der Rest als Schmieröl anzusehen ist.

Die bei den fractionirten Destillationen erhaltene Naphta wird chemisch behandelt und dann in Blasen mit 5,5 bis 6,5 cbm Fassungsraum unter Zuleitung von gespanntem Wasserdampf destillirt. Man gewinnt eine Verkaufsnaphta mit einem specifischen Gewicht von 0,720 bis 0,730 und eine Naphta vom specifischen Gewicht 0,750, die zuweilen zur Paraffinreinigung benutzt wird. Der Rückstand wird dem Leuchtöl vor dem dritten Stadium der Reinigung zugefügt. — Die Naphta, die man bei der Destillation des Schiefers aus den in der Condensation nicht verdichteten Gasen herstellt [1]), hat ein specifisches Gewicht von 0,700 bis 0,715 und heißt rohes Gasolin. Man behandelt sie mit Chemikalien und destillirt sie. Dabei wird ein Vorlauf bis zum specifischen Gewicht 0,695 abgesondert, aus dem man durch Rectification ein Gasolin vom specifischen Gewicht 0,640 bis 0,660 und eine Naphta vom specifischen Gewicht 0,700 erhält. Der Rest wird in der schon erwähnten Weise, wie die andere Naphta, zerlegt.

---

[1]) Siehe S. 92.

Das Filterpreßöl von der Hartparaffinmaſſe wird unbehandelt unter Zuſchlag von 1/2 Proc. Natronlauge deſtillirt und in folgende Fractionen geſchieden: 1. Vorlauf, bis das Deſtillat klar iſt, wird zur neuen Füllung oder zum Theerdeſtillat zurückgenommen. 2. Leichtes Oel bis zum ſpecifiſchen Gewicht 0,840, wird mit der entſprechenden Fraction des Theerdeſtillats vereinigt. 3. Mittelöl I bis zum ſpecifiſchen Gewicht 0,850. 4. Mittelöl II bis zum ſpecifiſchen Gewicht 0,865. 5. Weichparaffinmaſſe. Bei dieſer Deſtillation benutzt man Waſſerdampf von 3 Atm. und leitet ihn ein, ſobald das Deſtillat waſſerfrei übergeht.

Das Mittelöl I und II werden, nachdem ſie, falls es erforderlich iſt, durch Kryſtalliſation von Paraffin befreit worden ſind, mit Chemikalien behandelt und verſandtfertig gemacht.

Die Preßöle der verſchiedenen Weichparaffinmaſſen liefern die Schmieröle (Lubricating oils). Dieſe werden, wie es ihr ſpecifiſches Gewicht verlangt, entweder ohne vorhergegangene Deſtillation als marktfähige Waare hergeſtellt oder durch die Deſtillation in Oele von verſchiedenen ſpecifiſchen Gewichten getrennt. Im erſten Falle wird das Preßöl einer chemiſchen Behandlung unterworfen. Soll es deſtillirt werden, ſo behandelt man es gleichfalls mit Chemikalien und die Deſtillation erfolgt unter Zuſchlag von 1 bis 2 Proc. Aetznatron oder Zinkſtaub. Das bis zum ſpecifiſchen Gewicht 0,850 erhaltene Deſtillat ſetzt man dem Leuchtöl im zweiten Stadium ſeiner Reinigung zu. Die übrigen Deſtillate trennt man nach den ſpecifiſchen Gewichten, und iſt man darauf bedacht, möglichſt ſchwere helle Oele zu fabriciren.

Das bei der Deſtillation der Schieferöle auftretende Gas beſitzt eine Leuchtkraft von 36 Normalkerzen (bei 150 Liter ſtündlichem Verbrauch) und iſt nach den Angaben von Beilby[1]) wie folgt zuſammengeſetzt:

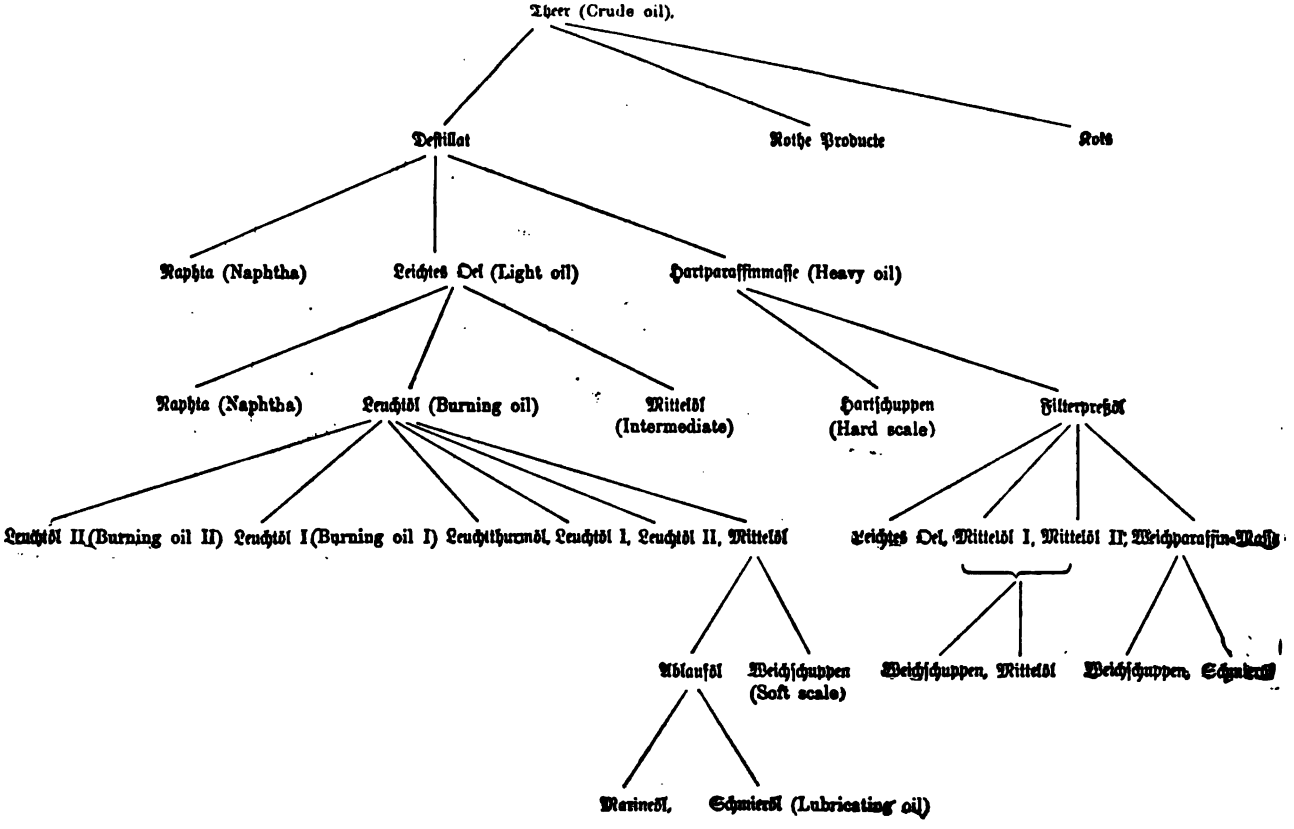
CO_2	0,0 Proc.
O	0,0 „
Schwere Kohlenwaſſerſtoffe	14,5 „
CO	0,0 „
CH_4 und deſſen Homologen	59,0 „
C_2H_6	26,5 „
H	Spuren.

Der Gehalt an ſchweren Kohlenwaſſerſtoffen ſteigt zuweilen bis 20,6 Proc.

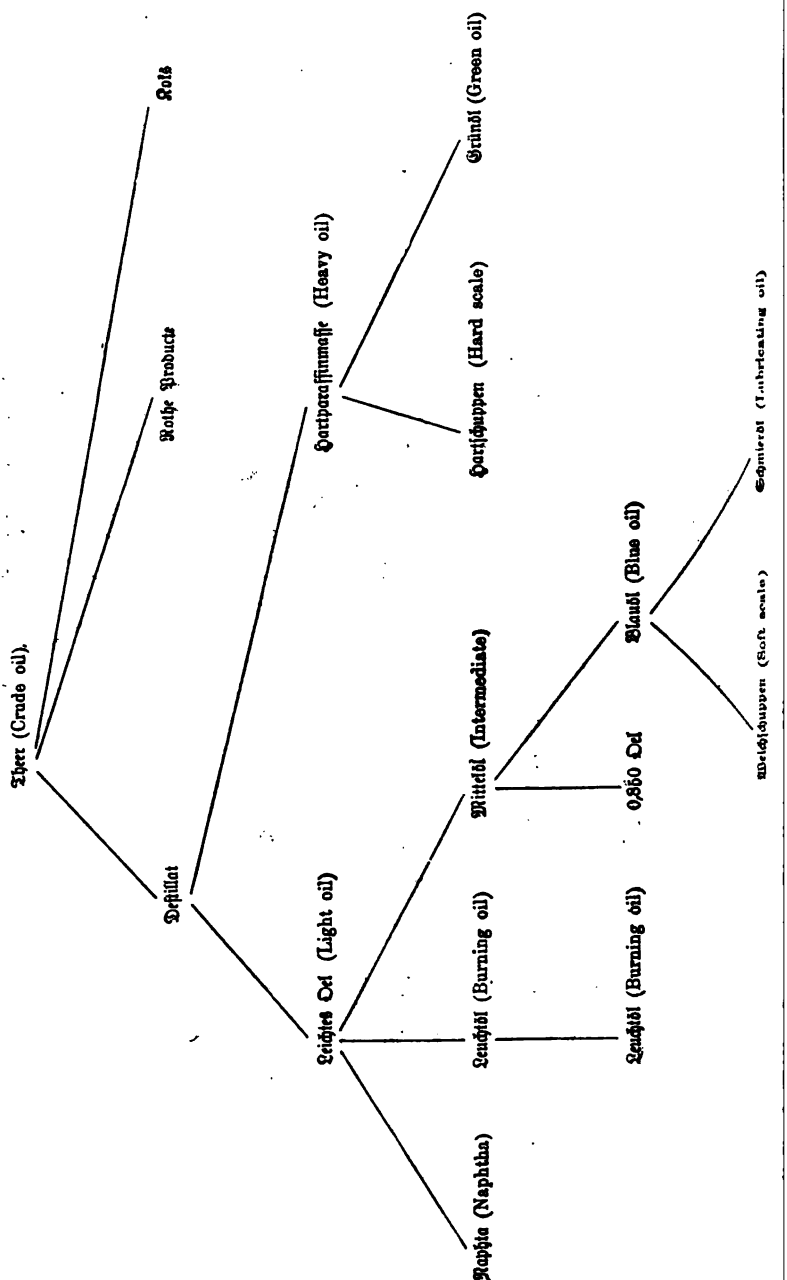
Wie in der ſächſiſch-thüringiſchen Induſtrie, ſo ſind auch in der ſchottiſchen die Arbeitsmethoden der einzelnen Fabriken nicht gleich. Folgende Schemata ſollen den Gang der Deſtillation kurz wiedergeben.

---

[1]) Humphrys, The Chemistry of Illuminating Gas, p. 172.


Theer (Crude oil).
Destillat
Rothe Producte
Koks
Naphta (Naphtha)
Leichtes Oel (Light oil)
Hartparaffinmasse (Heavy oil)
Naphta (Naphtha)
Leuchtöl (Burning oil)
Mittelöl (Intermediate)
Hartschuppen (Hard scale)
Filterpreßöl
Leuchtöl II (Burning oil II)
Leuchtöl I (Burning oil I)
Leuchtthranöl, Leuchtöl I, Leuchtöl II, Mittelöl
Leichtes Oel, Mittelöl I, Mittelöl II, Weichparaffin-Masse
Ablauföl
Weichschuppen (Soft scale)
Weichschuppen, Mittelöl
Weichschuppen, Schmieröl
Marineöl,
Schmieröl (Lubricating oil)

II [1]).


Theer (Crude oil).
Koks
Deſtillat
Rohe Producte
Leichtes Oel (Light oil)
Paraffinmaſſe (Heavy oil)
Grünöl (Green oil)
Hartſchuppen (Hard scale)
Mittelöl (Intermediate)
Blauöl (Blue oil)
Naphta (Naphtha)
Leuchtöl (Burning oil)
0,850 Oel
Leuchtöl (Burning oil)
Weichſchuppen (Soft scale)
Schmieröl (Lubricating oil)

Die Destillation in der Messeler Industrie [1]).

Der Theer (das Rohöl) wird wie üblich möglichst vom Wasser befreit, in einer Grube angesammelt und gelangt dann zur Destillation. Nachdem dazu einige Zeit lang schmiedeeiserne Blasen von 6 bis 7 cbm Inhalt angewandt worden waren, die sich vermuthlich nicht bewährt haben, ist man zu der Benutzung von gußeisernen Blasen übergegangen. Diese unterscheiden sich von den in der sächsisch-thüringischen Industrie üblichen durch ihren größeren Fassungsraum, der über 8 cbm beträgt und vor Allem dadurch, daß sie aus zwei Theilen bestehen. An einem oberen Theil von etwa 120 cm Höhe ist ein halbkugelförmiger unterer Theil von etwa 240 cm Durchmesser befestigt und durch Rostkitt gedichtet. Diesen Blasen wird man keinen Vortheil vor den in der sächsisch-thüringischen Industrie gebräuchlichen zusprechen können, denn einmal sind sie nur auf sehr umständliche Art zu repariren, was nicht selten der Fall zu sein scheint, und zum andern übertrifft ihre Leistungsfähigkeit nicht die der erwähnten kleinen Blasen. Auf die umständliche Art der Reinigung werden wir noch zurückkommen. Die Destillation wird in der Regel im luftverdünnten Raume, der durch eine Luftpumpe erzeugt wird, ausgeführt. Die Blase ist mit Sicherheitsventil und Queckſilbervacuummeter versehen. Als Kühler dient ein Röhrenkühler, der mit zwei Vorlagen verbunden ist, von denen die eine 7 cbm, die andere 2 cbm zu fassen vermag. Die Destillation geschieht unter Zuschlag von gelöschtem Kalk (etwa 2 Proc.) mit Unterstützung von überhitztem Wasserdampf und wird entweder bis zur Trockne ausgeführt oder der Rückstand verschiedener Blasen wird nach einer gebracht und diese zur Trockne destillirt. Die Reinigung der Blasen ist sehr umständlich und kostspielig, da sie nicht wie in der sächsisch-thüringischen Industrie von außen vorgenommen werden kann, sondern nach dem völligen Erkalten der Blasen müssen Arbeiter einsteigen und die Reinigung ausführen. In der Regel wird eine Charge in 24 Stunden destillirt. — In neuerer Zeit soll eine continuirlich arbeitende Destillationseinrichtung im Betriebe sein.

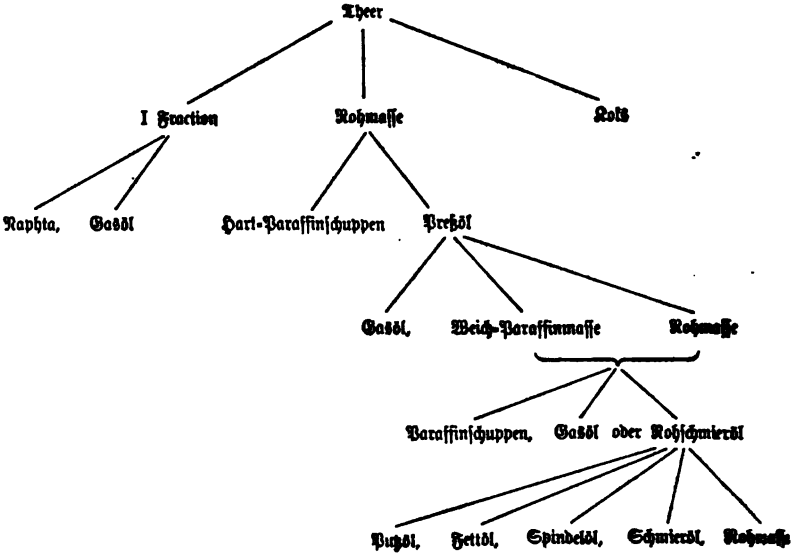
Die Destillation der Oele geschieht aus Blasen derselben Einrichtung wie die des Theeres, nur sind die für das Residuum kleiner, sie fassen etwa 3 cbm. Auch hierbei wird meistens mit Unterstützung von Wasserdampf gearbeitet.

Der Theer wird durch die Destillation zerlegt in: I. Fraction und Rohmasse, während Koks als Rückstand bleibt. Man erhält etwa 10 Proc. von der I. Fraction, 80 Proc. Rohmasse und 10 Proc. Koks und Gas. — Die I. Fraction kommt nach der chemischen Behandlung zur Destillation und wird etwa zu gleichen Theilen in die zwei Glieder Naphta und Gasöl getrennt. Es bleiben ungefähr 6 Proc. Rückstand. Aus der Naphta wird kein Leuchtöl dargestellt, sondern sie wird zum Theil bei der Paraffinreinigung

[1]) Da über diese Industrie noch nichts veröffentlicht worden ist, so ist man bei deren Schilderung theilweise auf Muthmaßungen angewiesen.

verwandt. — Die Rohmasse gelangt zur Krystallisation und man gewinnt daraus etwa 10 Proc. Hartschuppen; das Preßöl davon wird destillirt und in folgende Fractionen zerlegt: 1. Gasöl, etwa 33 Proc., 2. Weichparaffinmasse, etwa 60 Proc., 3. Rohmasse, etwa 5 Proc. — Das Preßöl der Weichparaffinmasse wird entweder als Gasöl angesehen, wie es oft geschieht, oder kommt als Rohschmieröl zur chemischen Behandlung und dann zur Destillation, um in folgende Fractionen zerlegt zu werden: 1. Putzöl, 2. Fettöl, 3. Spindelöl, 4. Schmieröl und 5. Rohmasse. Die Ausbeute beträgt an Rohmasse etwa 5 Proc., Spindelöl gewinnt man etwa die Hälfte der Charge und von den übrigen Oelen 10 bis 15 Proc.

Das folgende Schema mag die Arbeitsmethode, wie sie in Messel üblich sein soll, nochmals in Kürze zur Anschauung bringen.



Die Destillation in der Torfindustrie.

Der Torftheer wurde in ähnlichen Apparaten destillirt, wie sie heute noch in der Braunkohlentheerindustrie im Gebrauch sind [1]). Auch wurde er in die gleichen Glieder zerlegt wie der Braunkohlentheer, nämlich in leichtes Rohöl, Paraffinmasse und Koks. Das Rohöl wurde chemisch behandelt und dann wieder destillirt, wobei Turfol, Solaröl und helles Paraffinöl resultirte. Um ein gutes Leuchtöl zu erzielen, destillirte man in einigen Fabriken mit Unterstützung von überhitztem Wasserdampf. Die Paraffinmasse wurde nach der chemischen Behandlung in der Regel nochmals destillirt, wodurch man

[1]) Dingl. polyt. Journ. 167, 378.

ein Oel vom specifischen Gewicht 0,860, Paraffinmasse und Koks erhielt. Das Oel wurde wie das leichte Rohöl auf Leuchtöl verarbeitet. Die weitere Verarbeitung der Paraffinmasse war der in der sächsisch-thüringischen Industrie üblichen gleich. Das fertige Paraffin zeichnete sich vor den anderen Paraffinsorten durch sehr ausgeprägte krystallinische Structur und alabasterartige Transparenz aus.

Die Druckdestillation.

Bei den Schweelapparaten haben wir den von Williams kennen gelernt, worin unter erhöhtem Druck destillirt wird. Später hat Young aus schweren Oelen Leuchtöle durch Destillation unter Druck gewonnen, und Peckham [1]) bestätigte dessen Beobachtungen. Er destillirte vier Sorten schweres rohes Petroleum unter einem Druck von 2 bis 3 Atm. und erhielt 1. aus einem Oel mit einem specifischen Gewicht von 0,902, das bei gewöhnlicher Destillation 15 Proc. Leuchtöl von 0,810 specifischem Gewichte gab, 54,2 Proc. Leuchtöl. 2. Aus einem Oel, das 0,893 specifisch wog, 60,7 Proc. Leuchtöl, während es durch gewöhnliche Destillation nur 20 Proc. lieferte. 3. Aus einem Oel von 0,918 specifischem Gewicht, aus dem sonst 3 Proc. Leuchtöl erhalten wurden, 48,4 Proc., und 4. aus einem Oel von 0,978 specifischem Gewicht, das bei gewöhnlicher Destillation 2 Proc. gab, 28,2 Proc.

Unabhängig von diesen Arbeiten, die wenigstens in Deutschland unbekannt geblieben oder vergessen waren, unternahm Krey im Jahre 1885 eine Reihe von Versuchen, die schweren Paraffinöle in Leuchtöle überzuführen, da damals der Markt mit schweren Paraffinölen überfüllt und ihr Absatz außerordentlich erschwert war. Aus diesen Versuchen entwickelte Krey ein Verfahren der Destillation unter Druck, das 1887 im Deutschen Reiche [2]) und anderen Industriestaaten patentirt und auf der Weltausstellung in Brüssel 1888 mit der goldenen Medaille ausgezeichnet wurde.

Das Wesentliche des Verfahrens besteht darin, daß der Dampf schwerer Oele unter einem bestimmten Drucke zersetzt wird. Eine Zersetzung durch Ueberhitzen der Dämpfe, „Cracken“ [3]), ist nicht beabsichtigt. Das Verfahren wurde in Destillirblasen mit vorgelegtem Kühler ausgeführt, die sich nur dadurch von den gewöhnlichen Blasen unterschieden, daß sie kleiner als diese waren, und zwischen Blase und Kühler ein Ventil eingeschaltet war, das nur so lange den Abzug der bei der Destillation gebildeten Dämpfe nach dem Kühler gestattete, als der vorgeschriebene Druck im Apparat herrschte. Sollte also bei 2, bei 4 oder 6 Atm. destillirt werden, so wurde das Ventil entsprechend eingestellt. Charakteristisch bei der Operation ist, daß das Destillat bei annähernd constantem specifischem Gewicht übergeht, das vom Ueberdruck abhängig ist. Ein und dasselbe Paraffinöl liefert also, unter einem Druck von 6 Atm. destillirt, ein rohes Leuchtöl von weit geringerem specifischem Gewicht, als wenn es unter 2 Atm. Druck destillirt wird. Gleichzeitig tritt aber auch eine stärkere

[1]) Chemic. News 1869, Nr. 489, p. 182; Dingl. polyt. Journ. 193, 173. — [2]) D. R.-P. Nr. 37728. — [3]) Veith, Das Erdöl und seine Verarbeitung, S. 207.

Gasbildung auf. Das Druckdestillat enthält stets Gas in großen Mengen gelöst, und es ist erforderlich, vor der chemischen Behandlung das Gas durch Einblasen von Luft und Wasserdampf zu entfernen. — Das Verfahren in seiner Anwendung auf die sächsisch-thüringischen Paraffinöle hat Krey selbst ausführlich geschildert in dem Jahresbericht des Techniker-Vereins der sächs.-thüring. Mineralölindustrie des Jahres 1887. — Die seit Jahren üblich gewordenen niedrigen Preise für Solaröl, die sich von denen der schweren Paraffinöle nicht wesentlich mehr unterscheiden, haben verhindert, daß das Verfahren in ausgedehnterer Weise zur Anwendung gelangt ist.

Immerhin sind mit diesem Verfahren eine Reihe werthvoller Untersuchungen bewerkstelligt worden. So hat es bei Engler's Untersuchungen über den animalen Ursprung des Petroleums gute Dienste gethan und die Möglichkeit, aus geringwerthigen Abfällen werthvolles Leuchtöl herzustellen, bewiesen durch die Druckdestillate aus Erdölresiduen, Stearinpech u. a., die als tadelloses Petroleum auf der Ausstellung in Brüssel 1888 erschienen.

Erwähnt sei hier noch, daß Dewar und A. Redwood [1]) sich einen Destillationsapparat für Mineralöl haben patentiren [2]) lassen, womit sie unter hohem Druck destilliren wollen, indem Luft oder ein anderes Gas in den Destillationsapparat gepreßt wird, ehe die Verdampfung vor sich geht, während die mit dem Apparate in freier Verbindung stehende Kühlvorrichtung am Abflußende mit einem geschlossenen Raume verbunden ist, worin sich die Flüssigkeit unter Druck ansammelt, um von Zeit zu Zeit abgezogen zu werden.

---

[1]) Wagner's Jahresber. 1891, S. 42. — [2]) D. R.-P. Nr. 53552.

Sechstes Capitel.

I. Der Miſchproceß.

Die chemiſche Behandlung in der ſächſiſch-thüringiſchen Induſtrie.

Die Apparate.

Die Behandlung des Theeres und ſeiner Producte mit Chemikalien, der Miſchproceß, wird in der ſächſiſch-thüringiſchen Induſtrie in cylindriſchen Gefäßen, die mit coniſchem Boden verſehen ſind, vorgenommen. Die Größe dieſer Gefäße iſt ſehr verſchieden, je nach der Größe der Fabriksanlage; ſie ſchwankt wohl zwiſchen der eines Faſſungsraumes von 2 bis 20 cbm. Die Apparate ſind meiſt aus Holz oder Eiſen hergeſtellt und in der Regel innen mit Blei ausgefüttert, in der neueren Zeit finden ſich auch viele aus Eiſenblechen im Gebrauch. Sie ſind theils oben geſchloſſen, theils offen.

Fig. 62.

Das innige Miſchen des Oels mit den Chemikalien wurde bei Beginn der Induſtrie mit Miſchrücken, ſpäter durch Rührwerke, beide durch Menſchenkraft bewegt, und dann durch mechaniſche Rührwerke und durch Einblaſen von Luft ausgeführt.

Von den Miſchapparaten mit Rührwerken [1]) ſollen die wichtigſten beſchrieben werden. Hübner hat einen Apparat conſtruirt, den die Fig. 62 zeigt. Er beſteht aus einem

[1]) Perutz, Die Induſtrie der Mineralöle, S. 201 u. f.

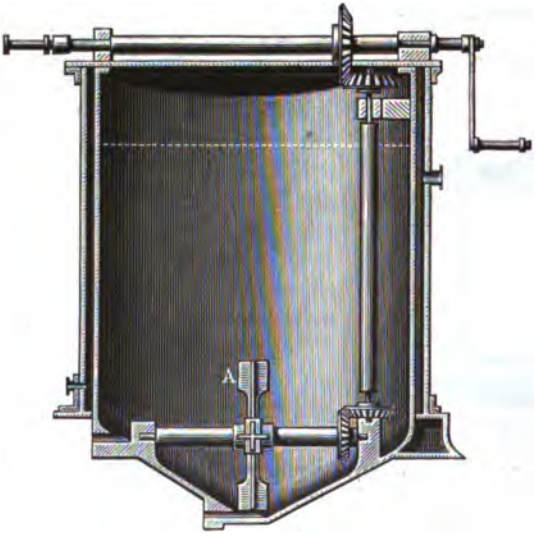
gußeisernen Cylinder *A*, der von einem gußeisernen Dampfmantel *B* umgeben ist und in dem sich ein schmiedeeiserner, durchlöcherter Kolben *C* befindet, der durch eine Kurbel auf und nieder bewegt wird. Damit die Bewegung des Kolbens regelmäßig ist, ist er in geeigneter Weise an zwei Führungsstangen *DD* befestigt. Voigt benutzte bei seinem Mischapparat die Centrifugalkraft zur

Fig. 63 a.

Fig. 63 b.

innigen Mischung. An einer verticalen Achse war in der Mitte des Mischcylinders ein unten offener Conus befestigt, dessen obere Fläche zum Theil aus einem feinen Siebe bestand. Wurde die Achse in Bewegung gesetzt, so saugte der Conus das Theerproduct auf und schleuderte es durch das feine Sieb wieder hinaus. Zugleich floß aus einem durchlochten Rohre, das am Deckel des Apparates sich befand, die Säure oder die Lauge regenartig in das Oel [1]). Nach Graetzel [2]) soll sich diese Einrichtung nicht gut bewährt haben.

Fig. 64.



Der von Perutz [3]) construirte Apparat, dessen Einrichtung die Figuren 63 a u. 63 b zeigen, besteht aus einem liegenden Cylinder *A* mit Dampfmantel A_1 und einer durch die Mitte gehenden Welle *B*, an der sechs Schaufeln aus Gußeisen oder Blei *C* sitzen, die ähnlich den unterschlächtigen Mühlrädern geformt sind. Ist der Apparat in Thätigkeit, so füllen sich die Schaufeln mit den am Boden stehenden Chemikalien und gießen sie von oben in das Theerproduct aus.

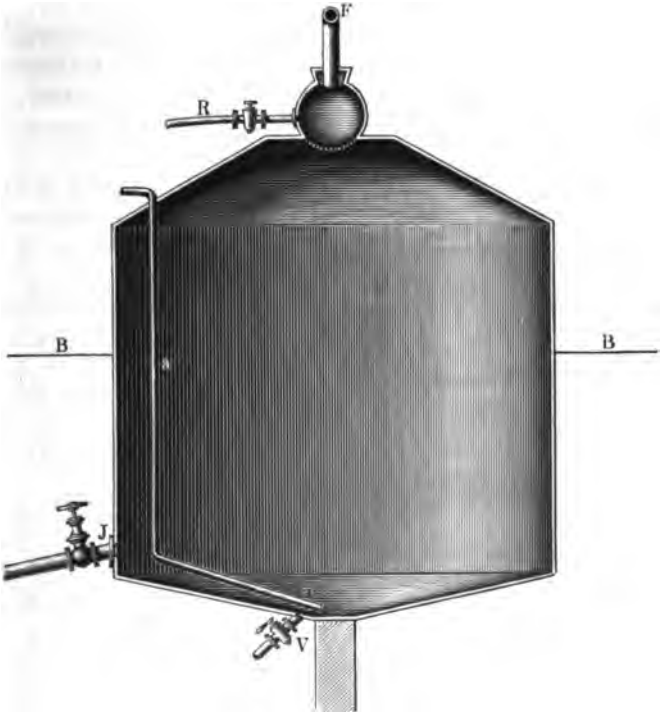
---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 167, 261. — [2]) Ebend. 168, 264. — [3]) Perutz, Die Industrie der Mineralöle, S. 200.

Ein anderer Apparat, der viel im Gebrauch gewesen ist, wurde zuerst von Jacobi angewandt (Fig. 64). Hier wird das Mischen durch eine am Boden angebrachte Flügelwelle *A* bewirkt, die nach oben mit einer senkrechten Achse verbunden ist, woran sich eine Kurbel schließt.

Außer den beschriebenen waren noch andere Apparate [1]) im Betriebe, die meist eine ähnliche Einrichtung wie der Hübner'sche besaßen und wie dieser den Vorzug hatten, daß das behandelte Oel in demselben Gefäße von dem Reactionsproducte, den mit Theerölen beladenen Chemikalien, getrennt und gegebenen Falls weiter behandelt werden konnte. Die Apparate von Jacobi,

Fig. 65.



Perutz und Voigt erfordern dagegen noch ein anderes Gefäß, wohin das behandelte Theerproduct nach dem Mischproceß fließt und wo es sich von dem Reactionsproducte trennt. Will man die Oele im Mischgefäße selbst absitzen lassen, so läuft man Gefahr, das Rührwerk zu verschmieren.

Jetzt sind meist die Apparate im Gebrauch, bei denen durch eingeblasene Luft gemischt wird, und stellt Fig. 65 ein solches Mischgefäß dar. In der Bauart sind sie den oben angeführten weit überlegen, denn sie erfordern nur ein bis zum Boden gehendes Rohr *a* und das Mischen erfolgt mittelst Luft-

[1]) Den von Rolle construirten Apparat beschreibt C. Zinken; Illustr. Gewerbeblatt 1862, Nr. 1.

pumpe. Auch ist man in der Lage, in diesen Apparaten eine viel größere Menge Oel mit Chemikalien zu behandeln als in den anderen. In Anbetracht der später noch zu schildernden kurzen Mischdauer kann die chemische Einwirkung der eingeleiteten Luft unberücksichtigt bleiben, im Gegensatz zu den bei der verwandten Petroleumindustrie maßgebenden Grundsätzen. Die Zeichnungen der Figuren 66, 67 und 68 (S. 136) veranschaulichen das Mischhaus der größten sächs.-thüring. Mineralölfabrik (Fabrik Webau bei Weißenfels a. d. S., A. Riebeck'sche Montanwerke), dessen Anlage von Krey herrührt [1]). Die Fig. 66 zeigt den Längsschnitt, Fig. 67 den Grundriß und Fig. 68 den Querschnitt des Hauses. In einem Raume von 25 m Länge und 11 m Breite sind zehn geschlossene cylindrische Gefäße von je 20 cbm Mischraum in zwei Reihen geordnet, *A A*, die im Deckel Schauklappen haben. Sie sind aus Eisenblechen mit Walzbleifutter, ruhen auf einzelnen, 3,7 m hohen Säulen und tragen in der Mitte des Umfanges einen Winkeleisenring,

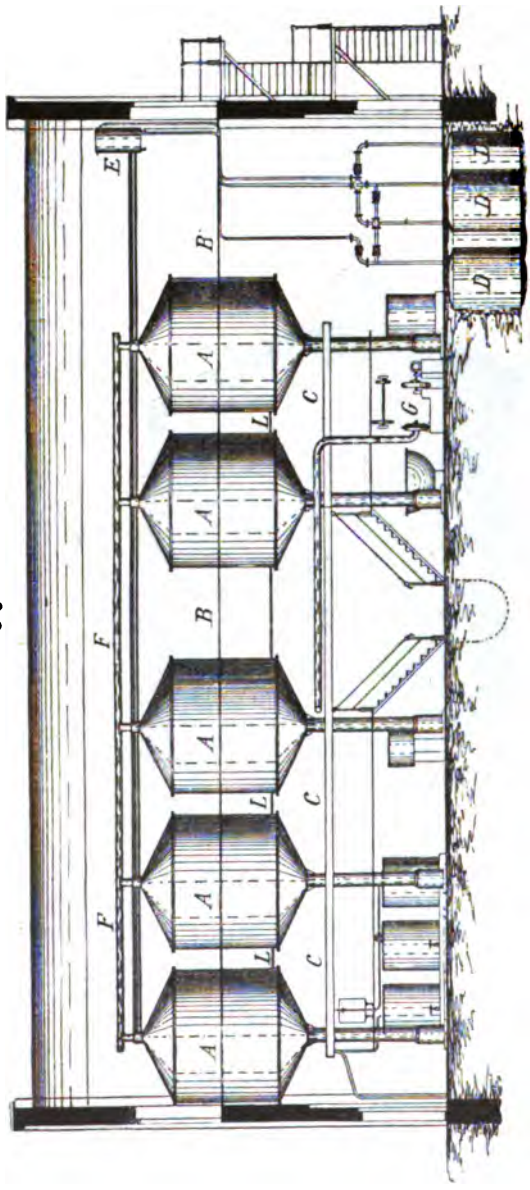


Fig. 66.

[1]) Krey, Journ. für Gasbel. u. Wasserversorgung 1890, S. 408 und Böckmann, Chem.-techn. Untersuchungsmethoden, S. 1012.

der an eine eiserne Bühne *B* genietet ist, die die ganze Anlage in zwei über einander gelegene, völlig von einander getrennte Räume theilt. Die Bühne wiederum ist auf T-Trägern befestigt, die in den Mauern des Gebäudes versenkt sind. Der Zugang zu dem oberen Raume führt über eiserne Außentreppen; das Haus ist mit einem Wellblechdach bedeckt. An dem tiefsten Punkte des conischen Bodens vom Mischgefäße (Fig. 65) ist seitlich ein Ablaßventil *V* angebracht, durch das die Mischproducte in eine darunter liegende Rinne *C* abgelassen werden. Dieser Unterbau, der seitlich je eine Bühne trägt, ist gut belichtet. In mäßiger Höhe vom Boden des Mischgefäßes befindet sich das Ablaßventil *J*, von wo aus das behandelte Theerproduct nach der Destillation oder dem Kühlhause durch die Rohrleitung *L* fließt. Für die Chemikalien sind im Boden Druckkessel *DD* eingelassen, aus denen die Chemikalien nach Meßgefäßen *E* gedrückt werden, die höher als die Mischgefäße stehen, und von wo sie durch Rohrleitungen *R* nach dem Mischgefäße laufen und sich in dessen oberen Theil durch ein Sieb über den Inhalt ergießen. Das Mischen erfolgt mit Luft durch das 40 mm weite Rohr *a*. Zur besseren Ventilation des Raumes läuft über den Deckeln der Mischgefäße eine weite Rohrleitung *F*, woran ein Exhaustor *G* geschlossen ist, der die Gase aus den Mischgefäßen saugt und nach dem Abwassercanal leitet. Außerdem sind die Pfeiler des Gebäudes als

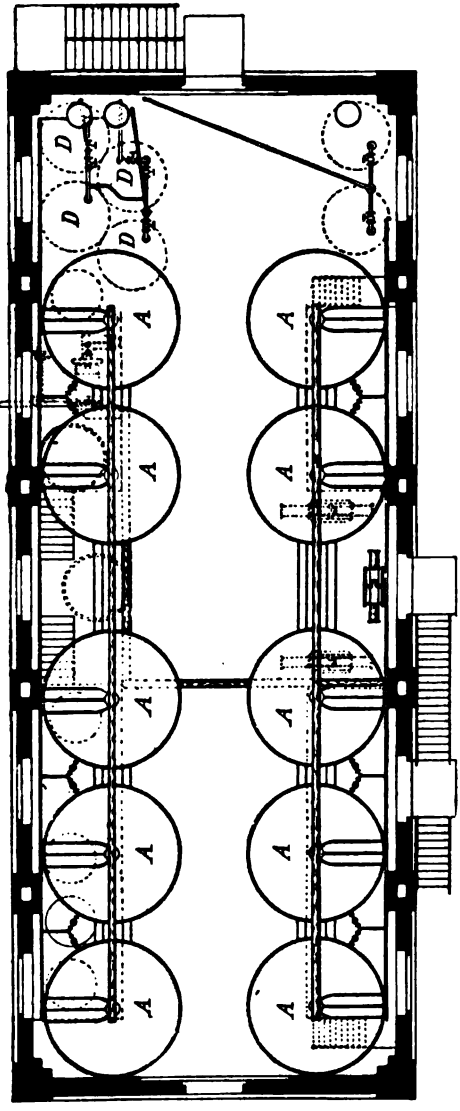


Fig. 67.

Ventilationsschächte angelegt. Die Mischgefäße werden durch eine Rohrleitung gefüllt, die in den Deckel mündet. Das Eindrücken der Luft besorgt eine Ventil-Luftpumpe, zur Bewältigung größerer Flüssigkeitssäulen haben sich die Schieber-Luftpumpen nicht bewährt. Die Figuren 69 und 70 stellen eine von der Firma Hoddick und Roethe, Weißenfels a. S., fabricirte Luftpumpe dar. Es ist zweckmäßig zur Erzielung eines gleichmäßigen Luftstromes und zum Ausgleich der Pumpenstöße, einen größeren Kessel in die Druckleitung einzuschalten. Auch empfiehlt es sich, die Luft durch Kalkfilter zu saugen, um bei etwaiger Nähe von Schwefelereien durch einen möglichen Gehalt der Luft an Schwefelwasserstoff nicht belästigt zu werden.

Fig. 68.

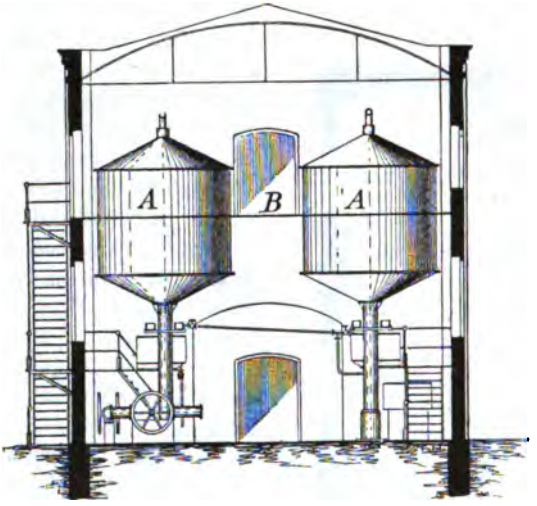
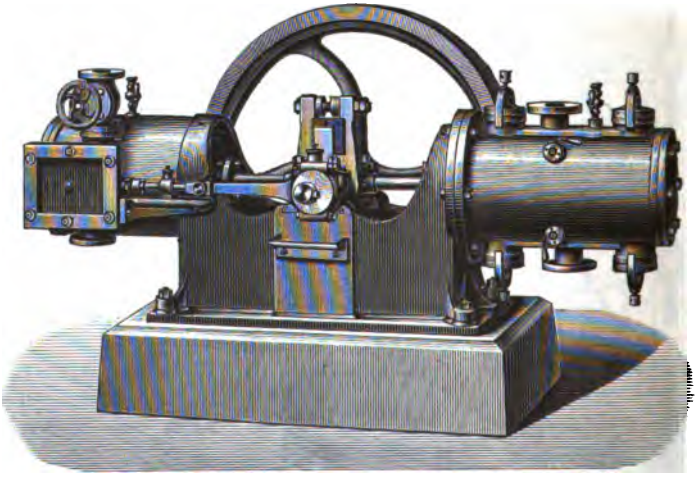


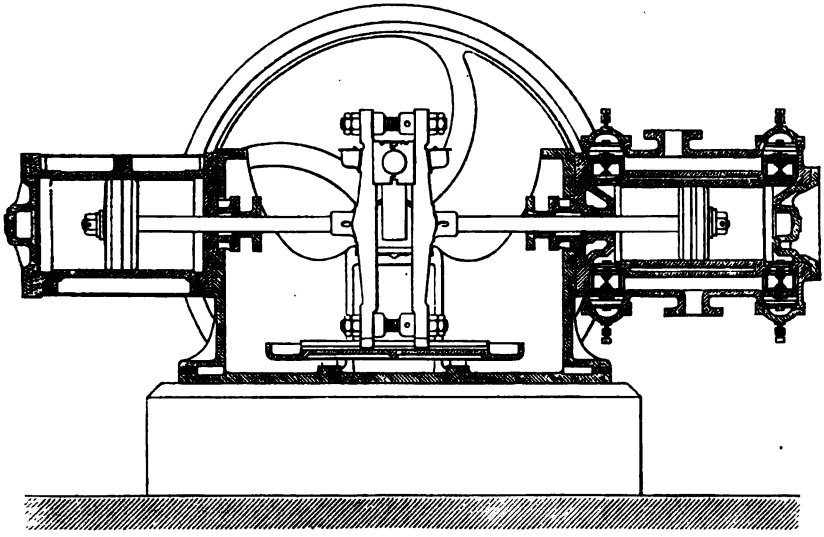
Fig. 69.



In der Regel wird das später noch genauer zu erörternde Mischen mit Schwefelsäure und das Behandeln mit Natronlauge der Braunkohlentheerproducte in ein und demselben Gefäße vorgenommen. Allerdings erscheint es

rathsam, bei besonders sorgfältiger Arbeit, wie sie z. B. die übliche nochmalige Behandlung besserer Fettöle und Gelböle nach der Destillation erfordert, die beiden Mischprocesse in getrennten Gefäßen auszuführen. Bei Neuanlagen ist dafür zu sorgen, daß bei der Bewegung der Flüssigkeiten stets der kürzeste Weg gewählt wird, so daß dem Arbeiter, abgesehen von der Beobachtung der beim Mischen eintretenden Reaction, nur das Oeffnen und Schließen von Ventilen zufällt. Die vorher geschilderte Anlage passiren in 24 Stunden 2500 bis 3000 hkg Braunkohlentheerproducte und ist dafür je ein Arbeiter in der Schicht nöthig. — Bei dem Transport der Chemikalien sollte deren Beschaffenheit als Flüssigkeit ausschließlich Rechnung getragen und diese stets durch Rohrleitungen in die Mischgefäße befördert werden. Der in kleineren Betrieben da und dort noch übliche Transport in Eimern mittelst Aufzug ist wegen der durch

Fig. 70.



die Natur der Flüssigkeiten bedingten Gefahr für den Arbeiter zu verwerfen. Sollte die Anfuhr der Schwefelsäure nicht in Bassinwagen geschehen, deren Entleeren einen bequemen Betrieb gestattet, so ist für das Hantiren mit den mit Schwefelsäure gefüllten Glasballons durch mechanische Kippvorrichtungen und dergleichen Sorge zu tragen. Das Aetznatron wird in Eisenblechhülsen, die 150 bis 200 kg enthalten, nach der Fabrik geliefert; daraus stellt man sich am zweckmäßigsten die Lauge durch Aufschmelzen mit Wasserdampf her. Zu dieser Arbeit erscheint folgende Einrichtung empfehlenswerth. Der Deckel eines im Boden versenkten Gefäßes besitzt in der Mitte eine Oeffnung, in die ein offenes Dampfrohr mündet, dessen Ende nach oben gebogen ist. Die Hülse wird mit ihrer etwas kleineren Oeffnung auf diesen Deckel gestellt, so daß der Dampf auf das Aetznatron trifft, dieses schmilzt, während die Lauge nach dem Gefäße fließt; dort wird sie entweder auf die erforderliche Concentration durch Verdünnen

mit Wasser gebracht oder zu diesem Zwecke nach einem besonderen Gefäße gepumpt.

Wie schon aus der Beschreibung der Mischapparate mit Rührwerk hervorgeht, erfordert es die Beschaffenheit einiger Braunkohlentheerproducte, im angewärmten Zustande der Behandlung unterworfen zu werden; diese in unmantelten Gefäßen, die durch Dampf geheizt werden, auszuführen, ist jedenfalls rathsam, indessen genügt auch die Einlage einer Dampfschlange aus Bleirohr mit entsprechenden Abmessungen.

Die Chemikalien und ihre Einwirkung.

Man benutzt zur Reinigung der Braunkohlentheerproducte Schwefelsäure in der Regel von 66° Bé. und Aetznatronlauge, nur in seltenen Fällen wird eine Säure von stärkerer Concentration oder rauchende angewandt. Darüber, in welcher Reihenfolge man die beiden Chemikalien zufügt, herrscht nicht gleichmäßige Anschauung im Kreise der Fachgenossen. Früher mischte man gewöhnlich erst mit Natronlauge und dann mit Schwefelsäure, jetzt verfährt man in den meisten Fabriken umgekehrt [1]). Man darf diese Reihenfolge nicht für gleichgültig halten, wie es früher geschah, denn es ist rationeller, die Behandlung mit Aetznatronlauge an zweiter Stelle eintreten zu lassen. Einmal enthalten die Theerproducte Körper, die sowohl in Schwefelsäure als auch in Natronlauge löslich sind, und empfiehlt es sich, auf sie das wohlfeilere Lösungsmittel anzuwenden, zum anderen läßt sich das Reactionsproduct der Natronlauge leichter mit Wasser auswaschen und ist auch in den Theerölen weniger löslich als das der Schwefelsäure, so daß bei der darauf folgenden Destillation secundäre Zersetzungen eher zu vermeiden sind.

Für die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Braunkohlentheerproducte fehlt es noch an einer vollkommenen Erklärung des ganzen Vorganges. Es erfolgt zweifellos eine Lösung der basischen Körper, eine theilweise Lösung von Olefinen und beim Theer außerdem eine Aufnahme von unzersetztem Bitumen. Gleichzeitig ist auch wohl eine Polymerisation der Kohlenwasserstoffe und, wie die entwickelte schweflige Säure beweist, eine theilweise Oxydation anzunehmen [2]). Dem Praktiker zeigt sich die hinreichende Behandlung mit Schwefelsäure durch den Farbenwechsel des bei der Behandlung entstehenden Schaumes und des behandelten Theerproductes selbst. Um eine weitergehende Einwirkung zu vermeiden, wodurch die Farbe der Theerproducte leidet, muß man die kalte Schwefelsäure der möglichst kalten, zu mischenden Flüssigkeit zusetzen. Eine Ausnahme bilden die Oele, deren Paraffingehalt ein Anwärmen bedingt. Wie lange und mit wie viel Procenten Chemikalien die Mischung erfolgen muß, ist Sache der Erfahrung. Gewöhnlich genügt ein gründliches Mischen eine halbe Stunde lang, und wendet man 2 bis 10 Proc. Schwefelsäure an. Beim Gebrauch von mehr als 3 Proc. fügt man die Säure in zwei getrennten Misch-

[1]) Dies findet keine Anwendung auf die Behandlung des Braunkohlentheeres, die ausschließlich mit Schwefelsäure geschieht. — [2]) Vergl. Veith, Das Erdöl und seine Verarbeitung, S. 161 u. 162.

processen zu. Nach der Behandlung überläßt man das Theerproduct der Ruhe und zieht nach ungefähr zwei Stunden die Säureharze, die mit Theerölen beladene Schwefelsäure, ab. Die Zeit für das Absitzenlassen muß um so länger sein, je höher die Flüssigkeitssäule und je größer die Flüssigkeitsmenge ist.

An den Seiten des Mischgefäßes bleiben stets Spuren von Säureharzen haften, die sich bei einem späteren Auswaschen mit Wasser lösen würden; um dieses zu vermeiden, säuert man in einigen Fabriken mit verdünnter Schwefelsäure (50° Bé.) nach, die die Harze aufnimmt [1]). v. Boyen [2]) hat, um die vollständige Entfernung der Säureharze zu erreichen, vorgeschlagen, die Theerproducte nach der Behandlung mit Schwefelsäure mit etwa 3 Proc. Thonpulver zu mischen. In der Praxis ist dieses Verfahren aus nahe liegenden Gründen verworfen worden. — Nach dem Säuern wäscht man die Theerproducte zweimal mit Wasser, das man etwa je zwei Stunden gut absitzen läßt, bei paraffinhaltigen Oelen benutzt man hierzu warmes Wasser. Diesem Wasser setzt man zuweilen zur schnelleren und besseren Abstumpfung der Säure kohlensaures Natron, Aetznatron, Aetzbaryt oder Kalkhydrat in geringer Menge zu.

Die Natronlauge entzieht den Theerproducten die saueren [3]) und indifferenten Körper, die in Kreosotnatron löslich sind, aus diesem jedoch durch Verdünnen mit Wasser wieder ausgeschieden werden. Es verbietet sich daher die Anwendung verdünnter Lauge aus diesem Grunde. Die Behandlung erstreckt sich nur auf die Destillate des Theeres und nicht auf diesen selbst, da das in ihm enthaltene unzersetzte Bitumen mit Natronlauge Verbindungen eingeht, die leicht mit dem Theer emulgiren und die Scheidung des Reactionsproductes verhindern. Aus dem gleichen Grunde verbietet sich die Behandlung mancher stark paraffinhaltiger Oele mit Natronlauge. Man wendet beim Mischproceß, der ebenfalls etwa eine halbe Stunde dauert, so viel Lauge an, als eine vorhergegangene Untersuchung des Theerproductes als nothwendig gezeigt hat [4]). Meist benutzt man Lauge von 38° Bé., es sollen früher auch feste Alkalien verwendet worden sein. Das Mischproduct, Kreosotnatron, wird nach etwa drei Stunden abgezogen. Das Theerproduct nochmals auszuwaschen, ist zuweilen bei den Paraffinmassen geboten, während es bei den Oelen, die zur Destillation gelangen, bei sorgfältiger Arbeit überflüssig erscheint, wie dies früher schon Grotowsky hervorgehoben hat.

Außer den genannten Chemikalien hat man noch verschiedene andere beim Mischprocesse gebraucht [5]), so concentrirte Lösungen von Chromsäure und Salpeter oder Gemische von chlorsaurem Kali und Schwefelsäure, auch Braunstein und Schwefelsäure oder Salzsäure und Salpetersäure. Diese Angaben haben nur noch historisches Interesse. Hirzel [6]) will die Reinigung der Oele mit ihrer Destillation verbinden, indem er die Dämpfe mit den fein vertheilten Chemikalien zusammenbringt. Dieser Vorschlag hat in der Praxis keine Beachtung gefunden und wäre wohl auch nicht mit Erfolg durchzuführen.

[1]) Vergl. Falke, Chem.-Ztg. 1885, S. 1869. — [2]) Chem.-Ztg. 1889, S. 265. — [3]) Die mit dem Sammelnamen Kreosot bezeichnet werden. — [4]) Siehe Capitel: Die Laboratoriumsarbeit. — [5]) Wagenmann, Dingl. polyt. Journ. 139, 43. — [6]) Chem.-Ztg. 1886, S. 373 (D. R.-P. Nr. 34315).

Ebensowenig ist ein Patent[1]) von praktischer Bedeutung, das die Behandlung der Mineralöle in der Siedehitze mit schwefliger Säure fordert.

Wir finden in der Literatur noch viele Vorschläge[2]) zur Reinigung von Mineralölen, von denen aber keiner für die Praxis sich als brauchbar erwiesen hat und die eine gleiche Beurtheilung, wie die zuletzt erwähnten, verdienen.

Die chemische Behandlung des Theeres.

Von Hübner[3]) ist die Behandlung des Theeres mit Schwefelsäure eingeführt worden, und sie war viele Jahre in den Mineralölfabriken üblich. Die Destillation des behandelten Theeres besitzt vor der des rohen manche Vorzüge. Während der Destillation entwickeln sich weniger belästigende Gase und die zurückbleibende Koksmenge ist geringer, daher werden auch die Blasen nicht so stark angegriffen. Die erhaltene Paraffinmasse wird nicht mit Chemikalien behandelt, sondern gelangt nach der Destillation direct nach dem Krystallisationsraum, eine ausgeprägtere Krystallbildung ist die Folge davon. Während bei der Weiterverarbeitung einer behandelten Paraffinmasse, wie sie die Destillation des rohen Theeres bedingt, die Möglichkeit vorhanden ist, daß die zum Filtern und Pressen benutzten Tücher angegriffen werden, wenn die Paraffinmasse nach der Behandlung mit Chemikalien nicht besonders sorgfältig ausgewaschen worden ist, so ist dieser Uebelstand bei der Hübner'schen Arbeitsmethode ausgeschlossen. Als Nachtheile einer Behandlung des Theeres mit Schwefelsäure sind die folgenden anzuführen. Nach dem Mischproceß muß der Theer wiederholt mit Wasser ausgewaschen werden, und entstehen hierbei selbst bei großer Sorgfalt sehr leicht Emulsionen, die einen Verlust an Theer zur Folge haben. Den gesäuerten Theer nicht auszuwaschen, sondern direct zu destilliren, wie es thatsächlich geschehen ist, ist ein Verfahren, das jeder denkende Techniker verwerfen muß, und dessen Mißstände nicht erst hervorgehoben zu werden brauchen. Der Hauptgrund, der gegen die Behandlung des Theeres vor der Destillation spricht, ist der mit ihr verbundene Verlust an Paraffinbildnern. Das unzersetzte Bitumen, das in den meisten Theeren, wie schon erwähnt, enthalten ist und aus dem durch Destillation neben Koks feste und flüssige Kohlenwasserstoffe gebildet werden, löst sich zum größten Theil in Schwefelsäure von 66° Bé. auf. Schon ehe dieser Umstand theoretisch begründet war, hat Grotowsky aus seiner Erfahrung die Destillation des rohen Theeres mit einer, wenn auch nicht bedeutenden Mehrausbeute an Paraffin stets gerechtfertigt. Reinicke hat dies bestätigt und fand bei der Verarbeitung von unbehandeltem Theer eine Mehrausbeute an Paraffin bis zu 1,5 Proc., im Vergleich zu der Verarbeitung von gesäuertem Theer[4]). — Jetzt wird etwa $^3/_4$ der gesammten Theerverarbeitung in der sächsisch-thüringischen Industrie roh destillirt, während $^1/_4$ der Behandlung mit Schwefelsäure unterworfen wird.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 36765. (A. Faulbaum), Chem.-Ztg. 1885, S. 1148. — [2]) Z. B.: Bowditch, Dingl. polyt. Journ. 160, 287. Lahore, Engineer. 1867. March, April, p. 251. — [3]) Berl. Ber. 1868, Heft 12, S. 133. — [4]) Privatmittheilung.

Im letzteren Falle wird der Theer zunächst von dem Wasser auf dem Mischgefäße getrennt, zur besseren Scheidung setzt man zuweilen 1/4 Proc. Schwefelsäure von 50° Bé. zu. Dann mischt man den Theer mit 3 bis 10 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. 1/4 bis 1/2 Stunde lang, läßt drei bis fünf Stunden absitzen und zieht das Reactionsproduct, die Säureharze, ab. Darauf wäscht man ihn mit heißem Wasser so oft aus, bis das ablaufende Wasser keine saure Reaction mehr zeigt. Diesem Wasser wird zuweilen Aetzbaryt, seltener Natronlauge oder Soda zugesetzt. Das Mischen mit jeder Portion Wasser darf nur kurze Zeit, fünf bis zehn Minuten, höchstens 1/4 Stunde, dauern, dagegen muß man so lange absitzen lassen, bis sich das Wasser vom Theer geschieden hat, was oft erst nach fünf bis sechs Stunden erfolgt. Zuweilen benutzt man auch zum Waschen des Theeres das Schweelwasser.

Die chemische Behandlung der Theerproducte.

Das leichte Rohöl wird in den Fabriken, die sich mit der Darstellung von Pyridinbasen befassen, 1/4 Stunde lang mit 1/2 Proc. Schwefelsäure von 30° Bé. vorgesäuert zur Entfernung dieser Körper. Zu diesem Zwecke die Abfallschwefelsäure zu benutzen, wie es bei der Steinkohlentheerverarbeitung üblich ist, ist aus später näher zu erörternden Gründen nicht durchführbar. Nach einer Stunde zieht man die schwefelsaure Lösung der Pyridinbasen vom Mischgefäße ab. In anderen Fabriken geschieht das Vorsäuern entweder mit selbst dargestellter Abfallschwefelsäure von etwa 40° Bé. oder mit schon einmal benutzter Schwefelsäure in ähnlicher Weise. Man mischt dann das Oel mit 3 bis 6 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. 1/4 bis 1/2 Stunde lang, läßt zwei bis vier Stunden absitzen und säuert nach Entfernung der Säureharze in einigen Fabriken mit 1/4 Proc. Schwefelsäure von 50° Bé. 1/2 Stunde lang nach. In mehreren Fabriken unterbleibt das Nachsäuern. Nachdem man die Nachsäure nach einer Stunde abgezogen hat, wäscht man zweimal mit Wasser, wobei man 1/4 bis 1/2 Stunde lang mischt und zwei Stunden absitzen läßt, dann behandelt man in einigen Fabriken das Oel zunächst mit 1/2 Proc. Natronlauge zur Abstumpfung der letzten Spuren von Säure und läßt dieses Reactionsproduct nach einer Stunde ab. Gewöhnlich folgt nach dem Auswaschen direct das Mischen mit der erforderlichen Menge Natronlauge zur Entfernung des Kreosots. Man braucht dazu 4 bis 8 Proc. Lauge und mischt zuweilen unter Zugabe von nur je 3 Proc. je 1/2 Stunde lang; nach dem Mischen muß man sehr gut, mindestens drei Stunden, absitzen lassen, besser ist es jedoch, diese Zeit noch auszudehnen, bevor man das behandelte Oel auf die Blasen füllt, falls man nicht vorzieht, die Spuren von Lauge durch Auswaschen mit Wasser zu entfernen.

Das leichte Rohphotogen wird mit 1/4 Proc. Schwefelsäure von 50° Bé. oder mit Abfallschwefelsäure zur Entfernung des eventuell darin enthaltenen Wassers 1/4 Stunde lang und, nachdem dies Reactionsproduct abgezogen worden ist, mit 4 bis 6 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. 1/4 bis 1/2 Stunde lang gemischt. Darauf wird das Oel in derselben Weise wie das leichte Rohöl zweimal mit Wasser ausgewaschen, zuweilen mit 1/4 Proc. Natronlauge vor-

behandelt und schließlich kreosotfrei gemacht, wozu in der Regel nur 1 bis 1,5 Proc. Natronlauge nöthig sind.

Die Behandlung des Benzins geschieht wie die des leichten Rohphotogens, nur wendet man weniger Schwefelsäure von 66° Bé. an, nämlich 2 bis 3 Proc.

Außer diesen Oelen werden zuweilen noch andere, wie das Paraffinöl und die Preßöle mit Chemikalien behandelt. Die Arbeitsweise ist der geschilderten gleich, und benutzt man 3 bis 5 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. und die Menge Natronlauge, die nöthig ist, um das Kreosot aus dem Oele zu entfernen.

Die Paraffinmasse wird, wenn sie überhaupt einer Reinigung bedarf, in der üblichen Weise vorgesäuert und dann mit 3 bis 6 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. $^1/_2$ Stunde lang behandelt. Nach dem Vorsäuern läßt man eine Stunde und nach dem Gutsäuern drei bis vier Stunden stehen, ehe man die Säureharze abzieht. Das Nachsäuern geschieht, wenn es überhaupt erfolgt, mit $^1/_4$ Proc. Schwefelsäure von 50° Bé. Nach einer Stunde werden die Reste von Säureharzen abgelassen, und die Paraffinmasse wird zweimal mit heißem Wasser, unter Umständen noch öfter ausgewaschen. Dabei mischt man jedesmal etwa $^1/_4$ Stunde und läßt zwei Stunden lang absitzen. In manchen Fabriken wird die Paraffinmasse nicht mit Natronlauge behandelt wegen der schon früher erwähnten, hierbei leicht auftretenden Emulsionen. Wird die Behandlung vorgenommen, so mischt man, wenn das Vorlaugen üblich ist, zunächst $^1/_4$ Stunde lang mit $^1/_4$ Proc. Natronlauge, zieht nach einer Stunde das Reactionsproduct ab und behandelt nun mit 4 bis 6 Proc. Lauge. Das Mischen dauert $^1/_4$ Stunde und bis zum Abziehen des Kreosotnatrons läßt man drei bis vier Stunden stehen. Zuweilen erfolgt die Behandlung in verschiedenen Processen, wie die des leichten Rohöls. Darauf wäscht man die Paraffinmasse mit heißem Wasser so oft aus, bis das Waschwasser nicht mehr alkalisch reagirt. Das Mischen hierbei geschieht nur kurze Zeit, etwa zehn Minuten, und geht die Scheidung des Wassers von der Paraffinmasse oft sehr langsam vor sich, so daß ein Absitzenlassen von zwei bis drei Stunden noch nicht genügt. Zum Vorlaugen der Paraffinmasse kann man auch das Kreosotnatron der leichten Oele, wie Rohöl und Photogen, verwenden; dieses Reactionsproduct besitzt nämlich noch etwa 20 Proc. von dem Wirkungswerthe der reinen Natronlauge von 38° Bé.

Die Behandlung der Oele vor dem Versandt.

Das Solaröl wird in einigen Fabriken direct nach der Destillation zum Versandt gebracht, in anderen wird es erst mit einer Mischung von $^1/_2$ Proc. Natronlauge und $^1/_4$ Proc. Spiritus etwa ein bis zwei Stunden lang behandelt. Die Dauer der Behandlung ist verschieden, sie wird bedingt durch das Verschwinden des Geruchs, der dem Oele nach der Destillation anhaftet. Nach der Behandlung wird das Oel am zweckmäßigsten sofort nach einem eisernen flachen Kasten befördert, wo man es Tage lang der Ruhe überläßt.

Die hellen Paraffinöle, wie Putzöl und Gelböl, werden, so meistens das erstere, entweder auch dem eben geschilderten Mischproceß unterworfen oder,

wie oft das Gelböl, nach dem üblichen Vorsäuern mit 1 bis 3 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. gemischt. Nach zwei bis drei Stunden zieht man die Säureharze ab, wäscht dann mit verdünnter Soda- oder Wasserglaslösung [1]) 1/4 bis 1/2 Stunde lang und läßt drei bis vier Stunden absitzen. Zum Schluß behandelt man noch mit Natronlauge, 1/2 Proc. genügt in der Regel, um dem Oele das Kreosot zu entziehen. Das Auswaschen mit Wasserglaslösung hat sich bei den Oelen von hellgelber Farbe sehr gut bewährt.

Das Fettöl wird in gleicher Weise wie das Gelböl raffinirt.

Das Bleichen [2]) dieser zum Versandt gelangenden Oele durch die Sonne geschieht betriebsmäßig fast nie. Es sind dazu große flache Gefäße, am vortheilhaftesten aus Glas, anzuwenden. Am stärksten ist die Einwirkung der Sonne bei den gelben Oelen zu bemerken; diese werden, in die geeigneten Behälter gebracht und der Sonne ausgesetzt, schon nach kurzer Zeit hellgelb. Dann müssen sie aber dem Sonnenlicht entzogen werden, denn nach längerem Stehen tritt wieder eine Verschlechterung der Farbe und auch des Geruches ein. Auf diese Erscheinung werden wir noch zurückkommen.

Will man die Paraffinöle, ehe sie in den Handel gelangen, von ihrer blaugrünen Fluorescenz befreien, was zuweilen verlangt wird, so werden sie mit 0,25 bis 0,5 Proc. Nitronaphtalin einige Zeit lang gemischt. Ueberläßt man das Oel der Ruhe, so sinkt das Nitronaphtalin zu Boden und kann leicht vom Oel getrennt werden.

Der Bleiverbrauch.

Es erscheint am Platze, einige Bemerkungen über den Bleiverbrauch in der Mineralölfabrik einzufügen. Der Bleiverbrauch in der Mineralölfabrik, die ohne Kühlschlangen aus Blei arbeitet, stellt sich für 100 kg verarbeiteten Theer auf etwa 0,04 kg, also ungefähr auf 1/2 Pfg. Kosten. Man muß zum Ausfüttern der Mischgefäße das reinste Blei anwenden, da dieses am wenigsten von der Schwefelsäure angegriffen wird [3]). Je concentrirter die Säure ist, desto stärker ist ihre Einwirkung auf das Blei und steigt diese unverhältnißmäßig bei Säuren von hoher Concentration; so greifen das technische Monohydrat (eine Schwefelsäure von etwa 99 Proc. H_2SO_4) und die rauchende Schwefelsäure das Blei viel stärker an, als Schwefelsäure von 66° Bé. Auch die Reinheit der benutzten Schwefelsäure kommt mit in Betracht; beim Gebrauch von nitroser Säure, besonders im concentrirten Zustande, leidet das Blei mehr als bei Anwendung von reiner Schwefelsäure.

Der Mischproceß in der schottischen Industrie.

Als Mischgefäße in der schottischen Industrie dienen in der Regel zwei große über einander liegende schmiedeeiserne Kessel. Durch die Mitte

[1]) Vorgeschlagen von J. Zahler. — [2]) Vergl. v. Boyen, Chem.-Ztg. 1890, S. 268. — [3]) Lunge u. Schmidt, Zeitschr. f. angew. Chem. 1892, S. 642 u. 664.

eines solchen Kessels führt eine horizontale Welle, in der eiserne Stäbe befestigt sind, die unter sich durch Bandeisen verbunden sind. Das Rührwerk wird durch eine außerhalb des Cylinders an der Welle angebrachte Riemenscheibe in Bewegung gesetzt und gleicht einer rotirenden Crinoline. Zwischen Rührwerk und Mantel des Cylinders ist ein freier Raum von 2 cm. Das Mischgefäß wird durch eine obere Oeffnung gefüllt und durch einen an der Seite etwa 8 cm vom Boden angebrachten Hahn entleert. Zum Ablassen der Mischproducte befindet sich noch ein Hahn am tiefsten Punkte des Cylinders. Man hat auch versucht, das Mischen der Oele durch comprimirte Luft, wie in der sächsisch-thüringischen Industrie, auszuführen, hat es jedoch aufgeben müssen, da eine nicht unbedeutende Oxydation des Oels eintrat und ist daher zu den Rührwerkeinrichtungen zurückgekehrt. — In dem oberen Cylinder wird das Oel mit Schwefelsäure behandelt, dann läuft es nach dem unteren, um dort durch Natronlauge vom Kreosot befreit zu werden. Für die Behandlung der Oele sind meist kleinere Gefäße als wie für die des Theerdestillats im Gebrauch. Nur die Oele, die zum Verkauf gelangen, werden nach dem Mischprocesse mit Wasser gewaschen. Alle Handelsproducte werden nach der Destillation nochmals gesäuert und mit Natronlaugen von verschiedener Concentration behandelt.

Das Theerdestillat[1]) wird mit 3 bis 4 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. 1/4 bis 1/2 Stunde lang gemischt und das Reactionsproduct nach drei bis vier Stunden abgezogen. In einigen Fabriken säuert man vor dieser Behandlung, wie in der sächsisch-thüringischen Industrie, zunächst mit Schwefelsäure von 34° Bé. vor oder man benutzt dazu solche Säure, die schon einmal zur Reinigung von Oel gedient hat. Nach der Behandlung mit Schwefelsäure läßt man das Oel nach dem unteren Mischgefäße fließen und stumpft die Säure durch Mischen mit verdünnter Natronlauge von 7° Bé., etwa 1/2 Proc., ab. Nachdem das Reactionsproduct sich gut abgeschieden hat, wird es abgezogen und nun das Oel mit 2 bis 3 Proc. Natronlauge von 38° Bé. 1/2 Stunde lang gemischt. Man läßt möglichst lange, drei bis sechs Stunden, zuweilen über Nacht stehen und zieht dann das Kreosotnatron ab.

Das leichte Oel (Light oil) wird mit 2,5 bis 3,5 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. 1/4 bis 1/2 Stunde lang gemischt, nachdem es vorgesäuert worden ist. Die Säureharze werden nach zwei Stunden abgezogen, die Säure wird mit verdünnter Natronlauge in einem anderen Mischgefäße abgestumpft und dann das Oel mit 2,5 bis 3,5 Proc. Natronlauge von 38° Bé. 1/4 bis 1/2 Stunde lang behandelt. Man läßt zwei bis drei Stunden absitzen und zieht dann das Kreosotnatron ab.

Die Reinigung des Leuchtöls (Burning oil) vor der letzten Destillation ist dieselbe, wie die des leichten Oels, nur wendet man hierbei weniger, etwa 1,5 bis 2 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. an.

Die rohe Naphta (Naphtha) wird in gleicher Weise mit 1/2 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. und 1 Proc. Natronlauge behandelt.

---

[1]) Der Theer (tar, crude oil) wird fast niemals einer chemischen Behandlung unterworfen.

Außer diesen Oelen werden zuweilen die Preßöle, und zwar mit $1^1/_2$ Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. und 2 Proc. Natronlauge vor der Destillation gemischt.

Die Paraffinmasse (Heavy oil) wird mit 4 bis 5 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. $^1/_2$ Stunde lang gemischt, vier bis fünf Stunden absitzen gelassen und nach Entfernung der Säureharze auf eine andere Mischmaschine gebracht. Die Säure wird zuweilen mit verdünnter Natronlauge abgestumpft, dann behandelt man $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde lang mit 4 bis 5 Proc. Natronlauge von 38° Bé. und überläßt das Oel möglichst lange, etwa sechs Stunden, der Ruhe. Nach dieser Zeit wird das Kreosotnatron abgezogen.

Die Behandlung der Oele vor dem Versandt.

Das Leuchtöl (Burning oil) wird kurze Zeit, etwa zehn Minuten, mit 2 bis 3 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. gemischt, nach zwei Stunden werden die Säureharze abgezogen, das Oel wird nun zweimal mit Wasser ausgewaschen und dann auf einer anderen Mischmaschine mit verdünnter Natronlauge von 3° Bé. behandelt, bis sein Geruch angenehm ist. — Die Mittelöle (Intermediate) werden einer gleichen Behandlung wie das Leuchtöl unterworfen.

Die Schmieröle (Lubricating oils) werden möglichst kalt mit 3 bis 5 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé., etwa 20 Minuten lang, gemischt. Dann läßt man vier bis fünf Stunden absitzen und zieht die Säureharze ab. Darauf behandelt man das Oel auf einem anderen Mischgefäße mit warmer Natronlauge von 5° Bé. so lange, bis es einen angenehmen Geruch bekommt, zieht nach zwei Stunden die Lauge ab und wäscht das Oel noch zweimal zur Entfernung der Spuren von Lauge mit warmem Wasser aus.

Außer den angeführten Oelen wird zuweilen das Preßöl als fertiges Product (Green oil) betrachtet und vor dem Versandt einer ähnlichen Behandlung wie die Schmieröle unterworfen.

Der Mischproceß in der Messeler Industrie.

Die Behandlung mit Chemikalien wird in Gefäßen verschiedener Größe aus Eisenblech, die mit Bleifutter versehen sind, vorgenommen. Sie sind zum Theil mit doppeltem Boden, durch den Dampf zum Anwärmen der Theerproducte strömt, eingerichtet. Auf jedem Mischgefäß ist ein kleines Gefäß zum Abmessen der Chemikalien angebracht. Das Mischen geschieht durch Einblasen von Luft. — Als Chemikalien werden wie üblich Schwefelsäure von 66° Bé. und Natronlauge von 38 bis 40° Bé. benutzt. Die meisten Oele werden in der Regel erst mit Schwefelsäure und dann mit Natronlauge behandelt, bei den Schmierölen dagegen wird diese Operation gewöhnlich in umgekehrter Reihenfolge vorgenommen.

Der Theer (das Rohöl) wird keiner chemischen Behandlung unterworfen. Die I. Fraction wird mit etwa 5 Proc. Schwefelsäure gemischt und

darauf mit etwa 4 Proc. Natronlauge behandelt. Die Rohmasse wird derselben Behandlung unterworfen, man wendet etwa 6 Proc. Schwefelsäure und 5 Proc. Natronlauge an. Das Preßöl der Weichparaffinmasse wird, wenn man es nicht als Gasöl betrachtet, vor der Destillation mit 5 Proc. Schwefelsäure und etwa 3 Proc. Natronlauge gemischt. — Die Schmieröle werden zunächst mit Natronlauge, dann mit Schwefelsäure (15 bis 20 Proc.) behandelt und nach dem Auswaschen mit Sodalösung nachgewaschen. Darauf zur besseren Trennung directen Dampf in das Oel einströmen zu lassen, wie es thatsächlich geschehen soll, erscheint nicht vortheilhaft und würde zur Vergrößerung des ohnehin hohen Mischverlustes beitragen.

II. Die Verarbeitung der durch die chemische Behandlung dem Braunkohlentheere und seinen Destillaten entzogenen Producte.

Die Fabrikation der Pyridinbasen.

Die schwefelsaure Lösung der Pyridinbasen, die ein specifisches Gewicht von 15 bis 20° Bé. besitzt, muß zunächst von den Säureharzen und dem Oele, das ihr noch anhaftet, gereinigt werden. Dies geschieht zum Theil durch längeres Absitzenlassen, wobei sich das Oel auf der Oberfläche ausscheidet und abgeschöpft wird und die Säureharze sich zu Boden setzen, und zum Theil durch Filtration. Als Filtermaterial benutzt man Grudekoks und wenig Putzwolle. — Die gereinigte Pyridinsulfatlösung wird auf ihren Werth geprüft, indem man durch Natronlauge in einem graduirten Cylinder ein abgemessenes Quantum zersetzt. Sie enthält 20 bis 30 Proc. Rohpyridinbasen. — Die Zersetzung der Säure im Betriebe wird in einem geschlossenen Gefäße durch verdünnte Natronlauge, Ammoniak oder eine andere Base vorgenommen; durch Titration der Säure bestimmt man vorher die dazu erforderliche Menge und wendet einen geringen Ueberschuß davon an. Man läßt die Säure am Boden des Gefäßes in die zersetzende Flüssigkeit eintreten, wodurch man eine schnelle und reine Abscheidung der Pyridinbasen erzielt. Nachdem die Salzlösung abgelassen worden ist, werden die Basen durch längeres Stehen in einem anderen Gefäße, zuweilen unter Zugabe von wenig Natronlauge von 38° Bé., entwässert und gelangen nun zur Destillation. — Die Destillation erfolgt aus einer Blase, die den früher beschriebenen, mit Kolonnenaufsatz versehenen, in der Form gleich und nur der Gewinnung entsprechend in kleineren Abmessungen ausgeführt ist. Man destillirt mit Thermometer, ohne in Fractionen zu theilen, etwa 75 Proc. der

Charge, wobei die Temperatur auf etwa 270° steigt. Dieses Destillat wird unter Zusatz von wenig concentrirter Natronlauge wasserfrei gemacht und dann abermals destillirt, wobei man in die gewünschten Fractionen zerlegt.

Die Verwendung der Säureharze und des Kreosotnatrons.

Die Säureharze und das Kreosotnatron werden in einigen Fabriken direct mit einander vereinigt, es scheiden sich Kreosot und Harze aus, und eine Lösung von schwefelsaurem Natron entsteht. Zuweilen kocht man die Säureharze mit directem Wasserdampf auf, wodurch eine unreine Schwefelsäure von 30 bis 40° Bé. (Abfallschwefelsäure) sich von den Harzen trennt. Das Kreosotnatron wird dann durch die Abfallschwefelsäure zersetzt. Man mischt nun erst die Harze und das Kreosot, bevor sie zur Destillation gebracht werden. Das zuletzt angeführte Verfahren muß vorgezogen werden, weil man hierbei ein Product als Rückstand gewinnt, das bei sorgfältiger Arbeit frei von schwefelsaurem Natron ist, während dies bei dem ersten nicht der Fall sein wird. Die Zersetzung des Kreosotnatrons erfolgt auch zuweilen durch die Rauchgase oder durch selbst hergestellte Kohlensäure und kann, wie früher geschildert, durch die Schweelgase ausgeführt werden. — Die Destillation wird in Blasen vorgenommen, die den früher beschriebenen in Einrichtung und Einmauerung gleichen. Man arbeitet nicht im Vacuum, aber es empfiehlt sich, die Unterstützung von überhitztem Wasserdampf, der am Boden der Blase einströmt, zu benutzen; der Dampf wird erst dann zugegeben, wenn das Destillat wasserfrei ist. Diese Destillation liefert ein Oel, Kreosotöl, das 40 bis 80 Proc. in Natronlauge von 38° Bé. lösliche Antheile und ein specifisches Gewicht von 0,940 bis 0,980 besitzt. Sein Geruch ist stark nach Schwefelwasserstoff. Man läßt, falls man nicht zur Trockne destillirt, als Rückstand entweder Goudron oder bei Abnahme einer größeren Menge von Oel Asphalt. Dieser Rückstand wird in einigen Fabriken durch comprimirte Luft aus der Blase gedrückt, in anderen wird er durch eine geeignete Ablaßvorrichtung, die der früher geschilderten ähnlich ist, daraus entfernt. — Bei der Destillation tritt, nachdem etwa die Hälfte vom Oel gewonnen worden ist, Paraffin auf und sind ungefähr 3 Proc. Paraffin im Kreosotöl enthalten. Dieses Paraffin ist einmal auf die festen ungesättigten Kohlenwasserstoffe zurückzuführen, die, durch die Schwefelsäure den Theerproducten entzogen, bei dem darauf folgenden Verdünnen durch Kochen mit Dampf sich aus der schwefelsauren Lösung scheiden und durch die Destillation in reiner Form im Oele wieder erhalten werden, zum anderen werden, falls in den Theerproducten vor der chemischen Behandlung noch Paraffinbildner enthalten und daher durch die Schwefelsäure aufgenommen worden waren, diese durch die Destillation in Kohlenwasserstoffe, zum Theil auch in feste umgewandelt.

Zuweilen werden die Säureharze von dem leichten Rohphotogen gesondert gehalten und mit gespanntem Wasserdampf, der am Boden der Blase einströmt, abgeblasen. Man gewinnt hierbei 5 bis 10 Proc. von den Säureharzen als ein Oel, das bei hohem specifischem Gewicht (0,880 bis 0,900) eine niedrige

Siedeanalyse zeigt und etwa 75 Proc. Bestandtheile enthält, die sich in Schwefelsäure von 66° Bé. lösen. Das Oel, Photogensäureöl, siedet wie folgt: Anfang 110°, bis 150° gehen 20 bis 25 Proc., bis 200° 70 bis 80 Proc. und bis 250° 100 Proc. über. Die nach dem Abblasen zurückbleibenden Säureharze können wie üblich verwendet werden.

In einigen Fabriken destillirt man nur die ausgekochten Säureharze, und das Rohkreosot wird als solches in den Handel gebracht, wenn Nachfrage vorhanden ist, sonst mischt man es mit den Säureharzen.

Die Säureharze dem Heizmaterial der Blasen und Dampfkessel zuzusetzen, wie es zuweilen noch geschieht, oder sie in der Forsunka [1]) zu verbrennen, erscheint nicht unbedenklich, da die sich beim Verbrennen bildende schweflige Säure das Eisen nicht unerheblich angreift, besonders in Gegenwart von Wasserdampf.

In den früheren Jahren befaßte man sich überhaupt nicht mit der Verarbeitung dieser Abfallproducte, sondern man benutzte das Kreosotnatron, wie es auch jetzt noch geschieht, zum Imprägniren von Grubenhölzern, und was man dazu nicht verbrauchte, ließ man wie die Säureharze in verlassene Grubenbaue fließen.

III. Die Verwerthung und Regeneration der benutzten Chemikalien.

Die zur Reinigung der Theeröle benutzten Chemikalien so wieder zu gewinnen, daß sie von Neuem bei dem Mischprocesse abermals gebraucht werden können, ist bis jetzt noch nicht in völlig befriedigender Weise gelungen. Man hat daher versucht, aus ihnen Nebenproducte herzustellen, die die für die reinen Chemikalien aufgebrachten Kosten so viel wie möglich decken.

Die Schwefelsäure.

Die Säureharze werden, wie schon angeführt, mit directem Dampf aufgekocht, wodurch sie in Harze und verdünnte Schwefelsäure zerlegt werden. Diese Säure (Abfallschwefelsäure) hat ein specifisches Gewicht von 35 bis 45° Bé., ist dunkelbraun gefärbt und enthält noch Harze in geringer Menge suspendirt. Sie wird entweder direct an Düngerfabriken abgegeben oder zur Fabrikation von Metallsalzen verwandt. Indem man Eisen [2]) oder Zink darin löste, hat man in einigen Fabriken die betreffenden Salze hergestellt.

---

[1]) Reinicke, Ueber Oelfeuerung; Jahresber. des Techniker-Vereins der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1887. — [2]) Vergl. Perutz, Die Industrie der Mineralöle, S. 226.

Benutzt man die Abfallschwefelsäure zur Zersetzung des Kreosotnatrons, so gewinnt man Glaubersalz, das von einigen Fabriken durch Umkrystallisiren gereinigt und in den Handel gebracht wird.

Nach einem Patent [1]) der Chemischen Fabrik-Actien-Gesellschaft in Hamburg, das sich im Besonderen auf die Verwerthung der bei der Reinigung der Steinkohlentheeröle erhaltenen Abfallsäure bezieht, führt man die Abfallschwefelsäure in schwefelsaures Ammoniak über. Die in der üblichen Weise von den Harzen abgeschiedene Säure wird durch Ausschütteln mit leichten Oelen vollständig von den Harzen befreit und dann mit einem specifischen Gewicht von 1,2 bis 1,25 (25 bis 30° Bé.) zur Bindung der Basen der Theeröle benutzt. Die schwefelsaure Lösung der Basen wird durch gasförmiges oder wässeriges Ammoniak zersetzt und die so gewonnene schwefelsaure Ammoniaklösung zur Krystallisation eingedampft, wodurch das Salz in krystallinischem Zustande frei von Verunreinigungen erhalten wird. Für die Schweeltheerindustrie ist dies Verfahren nicht unbedingt anzuwenden, da man aus den Säureharzen dieser Industrie keine so reine Abfallschwefelsäure herstellen kann, daß sie zur Abscheidung der Basen aus den Oelen dienen könnte. Außerdem muß das Ammoniak, um mit Nutzen nach diesem Patent zu arbeiten, in demselben Industriebezirke gewonnen werden. Diese Bedingung trifft für die schottische Industrie zu, während für die der Provinz Sachsen das Patent ohne Bedeutung ist [2]).

Ein Verfahren zur Verwerthung und Regeneration der Abfallschwefelsäure, das vor allen anderen in der Schweeltheerindustrie Beachtung verdient, ist von de Grouſſillier [3]) ausgearbeitet worden. Es zerfällt in zwei Methoden:

1. Die Regeneration der Abfallschwefelsäure. Die Abfallsäure wird in einer ausgebleieten schmiedeeisernen Pfanne, die am tiefsten Punkte eine Ablaßvorrichtung hat, mit so viel Natriumsulfat und Magnesiumsulfat versetzt, daß sich Natriumbisulfat bilden kann. Auf 142 Thle. Natriumsulfat sind 120 Thle. Magnesiumsulfat zu rechnen. Das Gemisch wird erwärmt und abgedampft. Die Salze lösen sich, die Harze scheiden sich oben ab und die Salzlösung wird durch Abziehen davon getrennt. Das Salz wird dann bei gelinder Wärme in einem Flammenofen entwässert, wodurch die etwa noch beigemischten geringen Harzmengen zerstört werden. Sobald die Entwässerung vollendet ist, erhitzt man stärker. Bei etwa 600° C. treibt das Magnesiumsulfat die Hälfte der Säure des Natriumbisulfats aus und verbindet sich mit dem Natriumsulfat zu einem Doppelsalz. Die entweichenden, mit Säuredämpfen beladenen Feuergase gehen durch einen Gloverthurm, worin herabrieselndes Wasser die Säuredämpfe condensirt und aufnimmt. Die Menge des Wassers wird so gehalten, daß unten Säure von 60° Bé. abläuft. Wendet man kein Magnesiumsulfat, sondern nur Natriumsulfat an, so muß man, um die Schwefelsäure aus dem Bisulfat zu treiben, sehr stark erhitzen. Das Magnesiumsulfat kann auch durch andere Sulfate ersetzt werden, doch ist es das beste und billigste.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 34947; Zusatzpatent Nr. 36372. — [2]) Scheithauer, Jahresber. des Techn.-Vereins der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1888. — [3]) D. R.-P. Nr. 43900.

2. Die Verarbeitung der Abfallschwefelsäure auf Sulfat und Salzsäure. Die Abfallschwefelsäure wird in einer ausgebleieten Pfanne mit so viel Chlornatrium gemischt, daß unter Entweichen von Salzsäure Bisulfat gebildet wird. Die Salzsäuredämpfe werden nach einer Condensationsvorrichtung geleitet. In der Pfanne scheiden sich die Harze oben ab und das Bisulfat wird unten abgezogen. Es wird dann wieder mit Chlornatrium gemengt und in einem Flammenofen auf Sulfat und Salzsäure verarbeitet.

Dieses Verfahren wird an den Orten mit Nutzen anzuwenden sein, wo die Schwefelsäure hoch im Preise ist. Nach den Angaben von de Grouſſillier würden 100 kg Schwefelsäure von 60° Bé. auf 2,50 Mk. zu stehen kommen. Ist die Schwefelsäure so billig wie in der Mineralölindustrie der Provinz Sachsen, so lohnt es sich nicht, nach diesem Patente zu arbeiten.

Das Verfahren von Rave[1]) zur Verwerthung der Abfallschwefelsäure ist nur eine Modification des eben beschriebenen Patentes. Er wendet zur Ausscheidung der Säureharze Metalle an und gewinnt die entsprechenden Salze.

Ein anderes Patent[2]) zur Verwerthung der Abfallschwefelsäure geht dahin, durch Zusatz von Natronsalpeter Salpetersäure darzustellen. Die Abfallschwefelsäure wird, um die Harze abzuscheiden, in einem ausgebleieten Gefäße mit indirectem Dampf einige Stunden lang auf 150° C. erhitzt. Nach dem Erkalten wird die Schwefelsäure unten abgelassen, in einem Kessel mit 2 bis 3 Proc. Natronsalpeter gemischt und langsam auf 40 bis 80° C. erwärmt. Da scheiden sich die noch darin enthaltenen Harze als feste kohlige Substanz ab. Aus der so gereinigten Mischung wird durch stärkeres Erhitzen die gebildete Salpetersäure ausgetrieben und verdichtet. Die zurückgebliebene verdünnte Abfallsäure kann in beliebiger Weise zur Darstellung von Salzen u. s. w. verwendet werden.

Dieses Verfahren ist deshalb nicht als empfehlenswerth anzusehen, weil man nach einer genauen Untersuchung selbst bei Anwendung einer verhältnißmäßig reinen Abfallschwefelsäure nicht mehr als 56 Proc. von der im zugesetzten Salpeter enthaltenen Salpetersäure gewinnen kann. Der Rest ist durch die organische Substanz reducirt und entweicht als salpetrige Säure und andere niedrige Oxydationsstufen des Stickstoffs. Von einer lohnenden Verwerthung der Abfallschwefelsäure kann also auch hierbei nicht die Rede sein.

Nach einem französischen Patent[3]) wird aus der Abfallschwefelsäure rauchende Schwefelsäure und Schwefelsäureanhydrid dargestellt.

Andere Methoden zur Verwerthung der Abfallschwefelsäure zielen dahin, diese mit Hülfe ihrer eigenen Verunreinigungen oder durch Zusatz organischer Substanzen bei höherer Temperatur zu zersetzen und die entstehende schweflige Säure zweckmäßig zu verwenden.

In der Fabrik von Young[4]) wird die Abfallschwefelsäure in eisernen Kesseln erhitzt und die schweflige Säure in Bleikammern geleitet, um daraus

---

[1]) Thompſen, Journ. of Soc. of Chem. Ind. 1888, p. 303. — [2]) D. R.-P. Nr. 5331, v. E. Schwartz u. A. Bauſchlicher. — [3]) Nr. 199866 (v. 29./7. 1889), Montan- u. Induſtriewerke, vorm. J. Dag. Stark. — [4]) Lunge, Steinkohlentheer-Deſtillation, S. 241.

in der üblichen Weise Schwefelsäure zu fabriciren. Der Rückstand wird verbrannt. Da nur selten mit einer Oelraffinerie eine Schwefelsäurefabrik verbunden ist, so schlägt Lunge vor, die durch Erhitzen der Abfallschwefelsäure mit Sägemehl gebildete schweflige Säure zur Darstellung von schwefligsauren oder unterschwefligsauren Salzen zu benutzen. Dieser Vorgang verläuft sehr glatt und kann man in dem Theil der Schweeltheerindustrie, wo man aus dem bituminösen Material einen kohlenstoffhaltigen Rückstand erhält, diesen als Zusatz verwenden. Sehr geeignet dazu ist z. B. der Grudekoks der sächsisch-thüringischen Industrie. Man setzt ihn der aus den Säureharzen gewonnenen verdünnten Abfallschwefelsäure zu, erhitzt und läßt die wasserfreie schweflige Säure mehrere Wäscher durchstreichen, um sie von den Kohlenwasserstoffen und von dem empyreumatischen Geruche zu befreien. Der erste Zweck wird durch schwere Oele, der zweite durch frisch ausgeglühte Holzkohle erreicht. Vortheilhafter ist es, die Abfallschwefelsäure auf etwa 56° Bé. einzudampfen, die anfänglich stark mit empyreumatischer schwefliger Säure beladenen Theile verloren zu geben und dann unter Zuschlag von Grudekoks zu erhitzen; man erhält hierbei 50 bis 60 Proc. Ausbeute von der schwefligen Säure, die aus reiner Schwefelsäure von 56° Bé. gebildet werden kann.

Auch kann man diese schweflige Säure zur Zersetzung des Kreosotnatrons verwenden. Lowe und Gille erhielten ein Patent [1]) auf die Zersetzung des carbolsauren Natrons durch schweflige Säure.

Ferner kann sie nach dem Patent von H. Rößler [2]) auf Kupfervitriol verarbeitet werden. Dieses Verfahren beruht auf dem Vorgang, daß eine sauere Kupfervitriollösung eine entsprechende Menge schweflige Säure bei Gegenwart von Luft fast vollständig in Schwefelsäure überführt. Man saugt die gereinigte schweflige Säure durch eine kupfervitriolhaltige Schwefelsäure von 60° Bé., in der noch Kupferspäne liegen, so daß immer eine der gebildeten Schwefelsäure entsprechende Menge von Kupfervitriol erzeugt wird. Dann wird die Lösung nach einiger Zeit abgezogen, das Kupfervitriol krystallisirt aus und die Mutterlauge nimmt man zu einem neuen Processe.

Das Aetznatron.

Wichtiger als die Verwerthung der Abfallschwefelsäure erscheint es für die Schweeltheerindustrie, die bei der Behandlung der Oele verbrauchte Natronlauge selbst wieder zu gewinnen oder ein dem hohen Preise des Aetznatrons entsprechendes Nebenproduct daraus herzustellen. Das Kreosotnatron ist eine nach der Beschaffenheit des mit der Lauge behandelten Oels mehr oder weniger dickflüssige schwarz gefärbte Substanz. Man kann das von leichteren Oelen herrührende Product, wenn es noch Kreosot aufzunehmen im Stande ist, an Stelle der Natronlauge zum Vorlaugen von schweren Oelen verwenden. Ehe man das Kreosotnatron aus der Mischerei zur weiteren Verarbeitung entläßt, muß es

[1]) Engl. P. Nr. 1456; Chem.-Ztg. 1885, S. 77. — [2]) Chem.-Ztg. 1885, S. 777. Köhler, Carbolsäure und Carbolsäurepräparate, S. 54.

mit ungefähr der doppelten Menge Wasser verdünnt werden und längere Zeit in der Wärme stehen bleiben. Es scheidet sich über dem Kreosotnatron eine Schicht von mitgerissenem Oele ab, das in die Fabrikation zurückgenommen wird. Durch weiteres Verdünnen würden die neutralen in Kreosotnatron löslichen, vermuthlich sauerstoffhaltigen Verbindungen noch ausgeschieden werden. Das Kreosotnatron kann nun, wie schon angeführt, durch Schwefelsäure in Glaubersalz und Kreosot zerlegt werden.

Nach Perutz[1]) destillirte man das Kreosotnatron und verbrannte in dem zurückgebliebenen Koks den Kohlenstoff in besonderen, gut ziehenden Oefen. Das so gewonnene kohlensaure Natron wurde dann durch Behandlung mit Kalk in Aetznatron umgesetzt. Dieses Verfahren scheint wenig angewandt worden zu sein und bietet manche Schwierigkeit. Zunächst ist es nicht möglich, Kreosotnatron selbst unverdünnt, wie es vom Mischgefäße abgezogen wird, zu destilliren. Es schäumt sehr stark und geht nach einiger Zeit selbst bei großer Vorsicht über. Man kann die Destillation nur ausführen unter Zuschlag von 40 bis 50 Proc. eines festen, feinkörnigen oder pulverisirten Körpers; Grudekoks z. B. eignet sich gut dazu. Als Destillat erhält man 40 bis 50 Proc. Wasser und 18 bis 20 Proc. Oel, das etwa 60 Proc. Kreosot und ein specifisches Gewicht von 0,950 besitzt; es kann als Kreosotöl abgegeben werden. Glüht man den Rückstand sehr stark und langt ihn mit Wasser aus, so gewinnt man von dem im Kreosotnatron enthaltenen Natron im günstigsten Falle 70 Proc., das der Hauptmenge nach als Aetznatron und kohlensaures Natron nachgewiesen werden kann. Daneben finden sich noch kieselsaures Natron, Schwefelnatrium und schwefelsaures Natron; der Gehalt an den beiden zuletzt genannten wechselt je nach der Temperatur des Glühens. Zu bemerken ist noch, daß die beim Glühen benutzten Eisengefäße stark durch das Schwefelnatrium angegriffen werden. Wird die Lauge eingedampft bis zur Concentration von 38° Bé., so ist sie dunkelbraun gefärbt, und es ist nicht möglich, selbst durch anhaltendes Glühen des Rückstandes, die Farbe zu verbessern. Der Wirkungswerth dieser Lauge beträgt 50 bis 60 Proc. von dem der reinen Aetznatronlösung von 38° Bé. Wird der Rückstand, wie Perutz verlangt, causticirt, so erhält man gleichfalls dunkle Laugen, die im Betriebe nicht als Ersatz für die reinen Laugen dienen können. Es erscheint demnach nicht zweckmäßig, diesen Weg zur Regeneration einzuschlagen.

Rambohr verbrannte das Kreosotnatron im Flammenofen und stellte aus dem Rückstande durch Glühen mit Kalk und darauf folgendes Auslaugen mit Wasser Aetznatronlauge her. Aehnliche Vorschläge, die aber auch zu keinen brauchbaren farblosen Laugen führten, sind wiederholt gemacht worden.

In einigen Fabriken wird das Kreosotnatron durch Kohlensäure zersetzt und das so entstandene kohlensaure Natron causticirt. Die daraus erhaltene Lauge ist gleichfalls nicht frei von organischen Beimengungen, sondern dunkelbraun gefärbt. Die Kohlensäure gewinnt man durch Ueberleiten von atmosphärischer Luft über Steinkohlenkoks. An Stelle der Kohlensäure kann man

[1]) Industrie der Mineralöle, S. 224.

auch die Rauchgase benutzen und neuerdings sind, wie schon angeführt, Versuche mit Schwefelgas angestellt worden.

Veith und Schestopal[1]) wollen das Kreosotnatron auf Soda verarbeiten, indem sie es mit der dickflüssigen Abfallsäure der Schmieröle neutralisiren, die schwarze Masse mit etwa $^2/_3$ ihres Gewichts an kohlensaurem Kalk mischen und glühen. Die Sodaausbeute soll reichlich sein. Abgesehen davon, daß man bei diesem Verfahren das gesammte Kreosot verloren giebt, so erscheint es unmöglich, nach unserer Meinung selbst durch scharfes Glühen die organische Substanz so vollständig zu zerstören, daß die Sodalaugen ganz farblos werden, und dies ist bei einer lohnenden Verarbeitung, wobei die Mutterlaugen weiter eingeengt werden müssen, nöthig.

Wird das Kreosotnatron mit der fünffachen Menge seines Volumens Wasser verdünnt, so scheiden sich die in Kreosotnatron löslichen neutralen Oele ab und das Kreosotnatron bleibt auf weitere Verdünnung mit Wasser vollkommen klar[2]). Dieses Kreosotnatron ist so beschaffen, daß es bei der Reinigung des Kesselspeisewassers das Aetznatron ersetzen kann. Ein Cubikmeter davon hat den Wirkungswerth von 22 bis 25 kg Aetznatron, und die Lösung wiegt 4 bis 5° Bé. Auf verschiedenen Gruben der A. Riebeck'schen Montanwerke wird sie bei dem Dehne'schen Verfahren mit Erfolg benutzt. Der aus dem so gereinigten Kesselspeisewasser erzeugte Dampf kann nur für Betriebs- und nicht für chemische Zwecke gebraucht werden, da er Spuren von Kreosot enthält und das Kreosot ihm auch seinen Geruch verleiht. Die von den neutralen Oelen befreite verdünnte Lösung von Kreosotnatron läßt sich bis zu starker Concentration eindampfen und kann als Ausgangsproduct für wasserlösliche Desinfectionsmittel dienen[3]).

Nach dem schon erwähnten Patent von Lowe und Gill sollte schweflige Säure zur Zersetzung des Kreosotnatrons dienen und die erhaltene Sulfitlösung zur Krystallisation verdampft oder wieder zur Erzeugung von schwefliger Säure benutzt werden[4]). Läßt man schweflige Säure auf die verdünnte Kreosotnatronlösung einwirken und bringt die Sulfitlösung zur Krystallisation, so erhält man schöne durchsichtige Krystalle von schwefligsaurem Natron, die keine Spur von Braunfärbung[5]) zeigen[6]). Dagegen ist die Lösung, die ein specifisches Gewicht von 35 bis 40° Bé. besitzt, gelb gefärbt und ist diese Färbung selbst durch Ausschütteln mit Schwefelkohlenstoff nicht zu beseitigen. Die Sulfitlösung scheidet auch nach längerem Stehen kleine Tröpfchen von Kreosot ab. Sie ist demnach nicht geeignet, als Sulfit oder mit schwefliger Säure gesättigt als Bisulfit in den Handel gebracht zu werden.

Wird die schwefligsaure Natronlösung mit Kalk causticirt, so erhält man gelblich gefärbten schwefligsauren Kalk und dunkelbraune Natronlauge, die gleichfalls nicht als reine Natronlauge Anwendung finden kann.

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 279, 21. — [2]) Krey, Jahresber. d. Techniker-Vereins der sächs.-thüring Mineralölindustrie 1889, S. 23. — [3]) S. Capitel: Die Verkaufsproducte. — [4]) Chem.-Ztg. 1885, S. 777. — [5]) Im Gegensatz zu den in der Chem.-Ztg. 1885, S. 778 veröffentlichten Versuchen. — [6]) Privatmittheilung von Krey.

Wegen der großen Widerstandsfähigkeit der organischen Substanz erwies sich auch eine Verwendung des Löwig'schen Verfahrens, das Natroncarbonat durch Glühen mit der dreifachen Menge Eisenoxyd in Aetznatron überzuführen, bei dem aus dem Kreosotnatron hergestellten Carbonat als undurchführbar, da auch hierbei gefärbte Laugen resultirten.

Zu einem brauchbaren Natronbisulfit gelangt man auf folgendem Wege[1]). Das verdünnte, gereinigte Kreosotnatron wird durch Kohlensäure, an deren Stelle man mit dem gleichen Erfolge Schwefelgas nehmen kann, zersetzt. Das ausgeschiedene Kreosot ist von guter Qualität. Die kohlensaure Natronlösung wird eingedampft und während des Eindampfens mit einer geringen Menge Zinkstaub, etwa 3 Theile auf 100 Theile Na_2CO_3, versetzt. Dieses Gemisch wird heftig geglüht, wobei der Zinkstaub so günstig einwirkt, daß man aus der Schmelze eine farblose kohlensaure Natronlösung gewinnt, aus der beim Eindampfen kohlensaures Natron in tadelloser Reinheit sich ergiebt. Leitet man in die concentrirte Sodalösung reine schweflige Säure, so erhält man auch farblose Bisulfitlösung von der gewünschten Concentration.

---

[1]) Privatmittheilung von Krey.

Siebentes Capitel.

Die Paraffinfabrikation.

Die Paraffinfabrikation in der sächsisch-thüringischen Industrie.

Das Paraffin wird aus dem Braunkohlentheer in krystallinischer Form gewonnen, und je ausgebildeter die Krystalle sind, desto leichter gestaltet sich ihre Trennung von den anhaftenden Oelen und desto reiner kann das Paraffin dargestellt werden. Um eine möglichst hohe Ausbeute an Paraffin zu erhalten, muß man verschiedene Regeln beobachten. Der Theer darf nicht mit Chemikalien behandelt, sondern muß stets erst einer Destillation unterworfen werden, denn das darin enthaltene Bitumen löst sich in Schwefelsäure und auch in Alkalien und dieses bedeutet einen Verlust an Kohlenwasserstoffen [1]). Die Destillation durch Dampf zu unterstützen, ist nicht vortheilhaft für die Paraffingewinnung, denn die Paraffinkrystalle fallen dann kleinschuppig aus [2]) und sind nur schwer zu reinigen; man erhält größere Verluste als sonst. Das Paraffin muß dem Theere allmälig entzogen werden, daher wird man erst das härtere Paraffin und dann die weicheren Paraffine daraus isoliren, was man durch die verschiedenen Temperaturen, bei denen die paraffinhaltigen Oele, die Paraffinmassen, gepreßt werden, leicht ausführen kann. Arbeitet man in dieser Weise, so erhält man gutes Hartparaffin, und auch die Weichparaffine resultiren in tadelloser Qualität, denn sie werden durch die Destillationen, die zur Einengung der Paraffinlösungen nöthig sind, umkrystallisirt und scheiden sich in großschuppigen Krystallen aus. Der Schmelzpunkt des Paraffins wird zwar durch jede nochmalige Destillation des paraffinhaltigen Oeles wegen der dabei unvermeidlichen Zersetzung herabgedrückt. Versuche, das Paraffin aus dem Theere ohne vorhergegangene Destillation direct durch Krystallisation in marktfähiger Waare zu gewinnen, scheiterten aus naheliegenden Gründen [3]). Rolle hatte sich ein dahin zielendes Verfahren patentiren lassen, und nach einer Mittheilung von Director Grotowsky [4]) sind auf Fabrik Köpsen bei Weißenfels a. S. von Anschütz

[1]) Vergl. S. 140. — [2]) Vergl. S. 110. — [3]) Schliephacke, Ueber Krystallisation der Paraffinmassen; Zeitschr. f. d. Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie 1876, S. 34. — [4]) Jahresber. des Techniker-Vereins der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1889.

gleichfalls im Großen Versuche in dieser Richtung angestellt worden. Man erhielt stets Schuppen, die neben dem Paraffin aus Bitumen bestanden, daher dunkel gefärbt und nur schwer und mit großem Verluste zu reinigen waren.

Die Methode, das Paraffin aus den Massen durch Krystallisation zu isoliren, ist umständlich und zeitraubend, so daß schon wiederholt versucht worden ist, einen anderen, schneller zum Ziel führenden Weg zu finden. Wagenmann[1]) hatte beobachtet, daß gewisse Gase das Paraffin aus seiner Lösung im Oel abzusondern vermögen, namentlich wenn sie bis auf $^1/_6$ oder $^1/_8$ ihres ursprünglichen Volumens verdichtet waren. Die Versuche sind als erfolglos aufgegeben worden. — Das gleiche Resultat wurde erzielt, das krystallinische Paraffin von den flüssigen Kohlenwasserstoffen durch Dialyse zu trennen. Man erhält bei allen in dieser Richtung unter den verschiedensten Bedingungen angestellten Untersuchungen zwei im Paraffingehalt gleiche Flüssigkeiten.

Es scheint unmöglich zu sein, die krystallinischen Kohlenwasserstoffe von den flüssigen auf andere Weise als durch Abkühlung zu scheiden.

Die Krystallisation.

Die Krystallisation der Paraffinmasse kann in Gefäßen von verschiedenen Größen geschehen. Je größer das Gefäß ist, desto längere Zeit braucht die Masse zur Abkühlung. Man benutzt zur Krystallisation der von der Theerdestillation resultirenden Paraffinmassen, der Hartparaffinmassen, in der Regel entweder cylindrische Gefäße von 50 bis 100 Liter Inhalt, die man in möglichst kühlen Räumen der Luftkühlung überläßt, oder Gefäße von etwa 25 bis 50 Liter Inhalt, die mit Wasser gekühlt werden. Die zuletzt genannten haben entweder die Form von nach unten conisch zugehenden Eimern, oder es sind sogenannte Hülsen. Diese haben eine prismatische Form, sind 785 mm hoch, 330 mm lang und 140 mm breit und erweitern sich nach oben ebenfalls conisch. Sie sind seit den 70er Jahren in einigen Fabriken im Betriebe. Außer den erwähnten Gefäßen sind noch verschiedene andere Arten im Gebrauch; früher bediente man sich zu Krystallisationszwecken sogar gewöhnlicher Barrels, darin erhielt man, da Holz ein schlechter Wärmeleiter ist, gut ausgebildete Krystalle[2]).

Die Weichparaffinmassen läßt man meist in größeren cylindrischen Gefäßen von 2,5 bis 4,5 cbm Inhalt durch die Winterkälte auskrystallisiren, oder wenn die Fabrik mit Eismaschinen[3]) arbeitet, so speichert man nur die das weichste Paraffin enthaltenden Massen zu diesem Zwecke auf, während man die anderen durch abgekühlte Salzlösungen in kleineren Behältern zur Krystallisation bringt. Nach den Ausführungen von Riehm ist es das Rathsamste, zu diesem Zwecke Ammoniakeismaschinen anzuwenden, besonders wenn Kühlwasser in reichlicher Menge zu Gebote steht. Riehm ist der Meinung, daß eine Eismaschine mit einer stündlichen Leistung von 250 kg Eis für eine jährliche Verarbeitung von 60000 hkg Theer ausreichend sei und schätzt die

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 139, 303. — [2]) Ebend. 155, 41. — [3]) Riehm, Zeitschr. f. angew. Chemie 1893, S. 108 u. f.

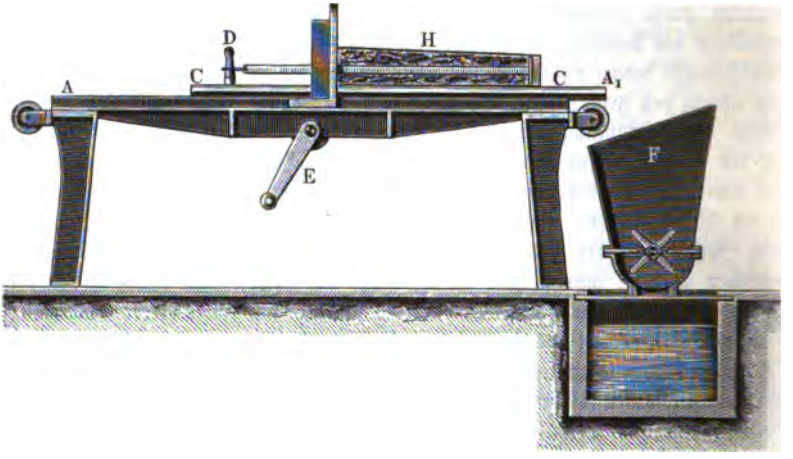
Aufarbeitungs- bezw. Kühlkosten von 100 kg Paraffinmasse im Sommer von 19° auf 0° und im Winter von + 14° auf — 3 bis — 7° zu 25 Pf.

Die Massen werden je nach dem Erstarrungspunkte bei 50 bis 80° C. gefüllt und müssen nun allmälig erstarren, um gute Krystallbildung zu erzielen. Am Rande des Gefäßes treten immer in Folge der schnelleren Abkühlung kleinere Krystalle auf, als in der Mitte, und liegt es im Interesse der Fabrikation, möglichst große Krystallbildung zu erlangen. In den paraffinärmeren Oelen krystallisirt das Paraffin großschuppiger aus, als in den an Paraffin reichen. Jede Paraffinmasse bedarf eine bestimmte Zeit zur Krystallisation, die man nicht durch Anwendung von großer Kälte wesentlich verkürzen kann. Die Hartparaffinmasse braucht bei Luftkühlung je nach Größe der Gefäße (50 bis 100 Liter Inhalt) fünf bis zehn Tage zur Krystallisation. In den Hülsen dagegen läßt man sie etwa einen Tag bei Luftkühlung und dann drei Tage bei einem Kühlwasser von 15 bis 20° C. stehen; zuweilen drückt man die Temperatur des Kühlwassers durch Zusatz von Eis herunter. Dieses Verfahren kann nicht als rationell angesehen werden; man steigert die Ausbeute an Hartparaffin durch Arbeit bei tiefer Temperatur nur scheinbar, denn es scheiden sich bei stärkerer Abkühlung weichere Paraffine mit aus, die bei dem späteren Pressen der Schuppen mit dem Oel wieder herausgehen, um so mehr, da dieses Pressen mit vergrößertem Mischölzusatz vorgenommen werden muß, wenn eine befriedigende Qualität von Paraffin erzielt werden soll. Denn je tiefer man abkühlt, je mehr scheidet man auch von den hochsiedenden festen Kohlenwasserstoffen aus, die das Rohparaffin grünlich färben und bei höherer Temperatur im Oel gelöst bleiben. Aus diesen Gründen ist bei Verwendung von Eismaschinen anzurathen, künstliche Kälte nur auf Weichparaffinmassen einwirken zu lassen, und zwar möglichst bei starker Kälte, — 2 bis — 4°, zu arbeiten. — Die weicheren Paraffinmassen werden mit Wasser von 15 bis 20° C. ein bis zwei Tage lang vorgekühlt und dann dieselbe Zeit durch Salzlösung von — 4 bis — 8° C. zur Krystallisation gebracht, wenn sie nicht überhaupt der Krystallisation in der Winterkälte überlassen werden. Man arbeitet im Sommer die Hartparaffinmassen mit etwa 20° und die Weichparaffinmassen mit 0 bis 1°, im Winter mit 15° und — 2 bis — 4° C. aus der Hülse. Sind die Massen in größere Gefäße gefüllt, so brauchen sie natürlich entsprechend mehr Zeit zur Abkühlung; so müssen z. B. die Hartparaffinmassen in Gefäßen von 4,5 cbm vier bis sechs Wochen in Krystallisation stehen. Aus diesem Grunde eignet sich für eine größere Fabrik hauptsächlich die Krystallisation in Hülsen, außerdem ist dabei auch die weitere Verarbeitung einfacher und bequemer als sonst. Aus den größeren Gefäßen wird die Masse, nachdem man besonders bei weicheren, durch ein Loch am Boden das paraffinfreie Oel möglichst hat abfließen lassen, herausgestochen. Ist das Oel schwerer von den Schuppen zu trennen, so läßt man es zuweilen in der Mitte der Krystallmasse zusammenlaufen und schöpft es von da. Aus den kleineren Gefäßen und aus der Hülse wird die Masse ohne Oeltrennung gearbeitet.

Die Pressereiarbeit.

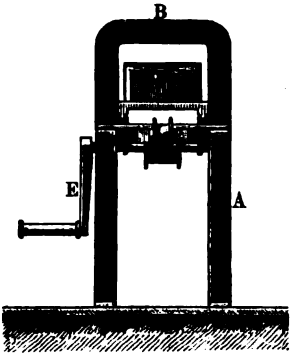
Die Hülse trägt in der Mitte eine lose eingesetzte Krücke und in ihrem Boden ist eine Flügelschraube befestigt. Sie wird auf eine Ziehbank gelegt, wo sie durch zwei Ohren, die sich an ihrem Rande befinden, festgehalten wird,

Fig. 71.



dann entfernt man die Schraube und zieht den Hülseninhalt mit der Krücke heraus. Fig. 71 zeigt die Ziehbank in Seiten- und Fig. 72 in Vorderansicht. In der Mitte der feststehenden Bank AA_1 ist der gußeiserne Bogen B angeschraubt,

Fig. 72.

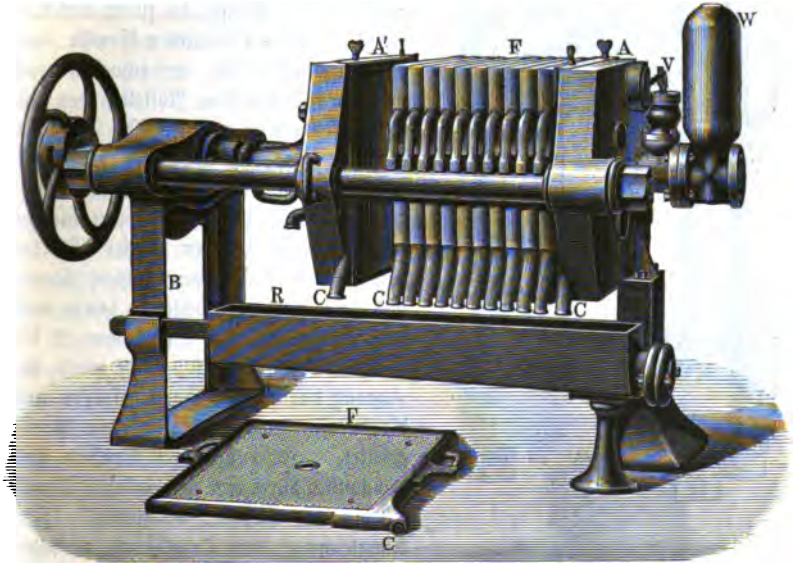


dessen lichte Weite etwas größer als die der Hülse ist, so daß die Hülse H, die auf der beweglichen Platte C ruht, mit den Ohren daran stößt. Die Krücke der Hülse hängt an dem Stifte D der Platte. Setzt man nun die Kurbel E in Bewegung, die in geeigneter Weise durch Kette mit C verbunden ist, so gleitet C nach A hin, und die Krücke nebst Inhalt wird aus der Hülse gezogen, während die Hülse selbst an B hängen bleibt und entfernt wird. Die Platte wird dann in die ursprüngliche Lage zurückgebracht, die Krücke weggenommen und die Masse nach dem Maischapparat F gestoßen. In diesem Maischapparat wird die Paraffinkrystallmasse zerkleinert und von da durch eine Pumpe nach der Filterpresse gedrückt, um die Paraffinkrystalle von dem Oele zu trennen. Die Filterpressen sind jetzt allgemein im Gebrauch, früher hatte man an deren Stelle Centrifugen, wie sie in den Zuckerfabriken benutzt werden, oder man wandte zuweilen Nutschapparate[1]) an. In dem zuletzt genannten

[1]) Bohl, Dingl. polyt. Journ. 155, 41; Annal. d. Chem. u. Pharm. 107, 45. Wagenmann, Dingl. polyt. Journ. 139, 43.

Apparate wird der Krystallbrei auf einen mit Leinwand oder Drahtnetz überzogenen Trichter gebracht, der mit einem darunter stehenden Gefäße luftdicht verbunden ist. Aus diesem Gefäße wird die Luft gesogen, das Oel tritt ein, und die Paraffinkrystalle bleiben im Trichter zurück. Die Centrifugen eignen sich nur für großschuppige Massen, in den Filterpressen dagegen kann man auch kleinschuppigere aufarbeiten, während bei Massen, in denen das Paraffin in körniger oder sehr kleinbätteriger Form auskrystallisirt ist, die Nutschapparate am Platze sind. Die stark abgekühlte Krystallmasse direct in hydraulische Pressen zu bringen, ist auch versucht worden. Bei diesem Verfahren hat man jedoch wegen des verhältnißmäßig geringen Paraffingehalts der Massen große Verluste zu gewärtigen. Bemerkenswerth ist, daß zu der Aufarbeitung der

Fig. 73.



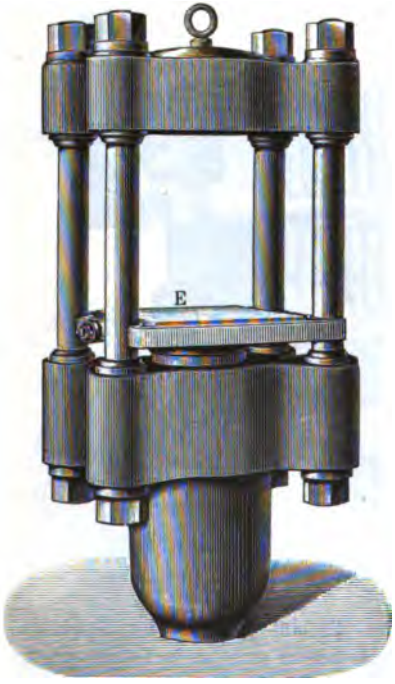
Paraffinmassen die Mineralölindustrie der Provinz Sachsen die Apparate meistens der Zuckerindustrie entlehnt hat, die zugleich mit ihr in Blüthe stand, und so sind noch jetzt z. B. viele stehende Pressen im Gebrauch, die aus Zuckerfabriken stammen.

Die Bauart der Filterpresse[1]) wird durch Fig. 73 erklärt. Auf der Grundplatte erhebt sich auf einem Bock das feste Kopfstück A und diesem gegenüber stehen zwei Säulen BB, durch die eiserne Stangen führen, die das feste Kopfstück mit den Säulen verbinden. Auf diesen Stangen ruhen die Filterplatten FF, etwa 12 bis 18 Stück, und das bewegliche Kopfstück A'; durch eine aus der Figur ersichtliche Vorrichtung mit Schraube, die oft auch in anderer Weise

[1]) Wie sie unter andern die Firmen: A. L. G. Dehne, Wegelin und Hübner, beide in Halle a. S., und Brink und Hübner in Mannheim liefern.

ausgeführt ist, werden die Filterplatten zusammengedrückt. Die Filterplatten sind 640 mm im Quadrat, 40 mm breit und innen etwa 15 mm tief und mit parallelen Rippen versehen, der Dichtungsrand auf beiden Seiten ist etwa 30 mm breit. In der Mitte befindet sich ein etwa 50 mm weites Loch, und bilden so die einzelnen Platten mit dem festen Kopfstück einen Canal, durch den die Filtermasse gedrückt wird. Ueber dem hohlen Theile der Filterplatte ist auf jeder Seite ein durchlochtes Blech geschraubt, unter dem ein Canal nach außen in der Mitte der Seitenfläche bei *C* mündet. Jede Platte ist auf beiden Seiten durch ein innen zusammenhängendes und außen gebundenes Filtertuch aus Leinwand bedeckt. Sind die Platten zusammengedrückt, wobei die beiden Kopfstücke je eine halbe Platte darstellen, und die Pumpe befördert die Paraffinmasse in die Presse, so fließt das Oel durch die kleinen seitlichen Canäle nach dem Ausfluß *C* ab, der zuweilen noch mit einem Hahn zum Abstellen der einzelnen Kammern versehen ist. Das Oel läuft in eine, an der Presse befestigte Rinne *R* und von da wird es weiter geleitet. Die Paraffinschuppen bleiben zwischen den Tüchern zweier Platten hängen und füllen den hohlen Raum aus. Die Pumpe arbeitet so lange nach der Presse, bis ein Druck von 2 bis 3 Atm. vorhanden ist, dann wird der Zugang durch einen Hahn gesperrt und die Masse nach einer anderen Presse geleitet. Zwei bis drei Pressen sind gewöhnlich durch eine gemeinsame Druckleitung mit einander verbunden. Zur Ausgleichung des Druckes ist zwischen Pumpe und Filterpresse ein Windkessel *W* zweckmäßig aufgestellt und zuweilen ist zwischen diesem und der Filterpresse noch ein Sicherheitsventil *V* eingeschaltet.

Fig. 74.



Die Filterpresse wird entleert, nachdem die Schraube gelüftet und die Platten durch die angegossenen Handhaben von einander getrennt sind, indem man den Preßkuchen mit Holzmessern von den Tüchern abstreicht. Eine Presse ergiebt durchschnittlich 75 kg Filterschuppen, die noch 25 bis 30 Proc. Oel enthalten.

Diese Schuppen gelangen nun zur weiteren Entölung in die stehenden Pressen, wo sie mit Wasserdruck von 100 bis 150 Atm. gepreßt werden. Eine stehende Presse veranschaulicht Fig. 74. Sie ist etwa 2 m hoch; das obere Kopfstück wird von vier Säulen getragen und durch das untere geht der Stempel, auf dem das Gußstück *E*, der Tisch, ruht, der dem Preßkuchen als Unterlage dient und sich zwischen den vier Säulen bewegt. Die

Filterschuppen werden in Tücher gepackt, die etwa 80 bis 90 cm im Quadrat groß sind und als deren Stoff sich für die innere Seite am besten Wolle und für die äußere grobe Leinwand bewährt hat. Die Wolle verdient vor anderen Materialien, wie Kameelshaaren oder Hanf, den Vorzug, weil sie das Oel gänzlich aufsaugt. Zehn Tücher nehmen in der Regel die Schuppen einer Filterpresse auf und werden auf dem Tische *E* über einander gelagert und zwischen je zwei, das unterste vollständig bedeckend, ein Blech von 45 bis 50 cm Größe im Quadrat, das zuweilen mit Dampf vorher angewärmt ist, gebracht. Auf jeder Seite der Presse sind zwei Führungsstangen für die Bleche eingesetzt, von denen die zwei vorderen aus der Presse zu entfernen sind, wenn diese gefüllt oder entleert wird. Ist die Presse gefüllt, so wird der Druck langsam gesteigert und die Preßkuchen bleiben einige Zeit unter dem höchsten Drucke, der erforderlich ist, stehen, damit das ausgepreßte Oel gut ablaufen kann. Es tropft aus den Kuchen auf *E* und läuft von da in eine Rinne neben den Pressen. Die resultirenden Preßkuchen enthalten noch 10 bis 15 Proc. Oel. Eine Presse liefert durchschnittlich 55 bis 66 kg Schuppen und kann in zwölfstündiger Schicht zehnmal arbeiten.

Das Ablauföl von den Filterpressen und stehenden Pressen wird vereinigt. Von der Hartparaffinmasse (A-Masse) gewinnt man durch dies Preßverfahren 15 bis 25 Proc. Hartschuppen mit einem Schmelzpunkt von 50 bis 55° C.; die Ausbeute ist von der Jahreszeit und von der Concentration der Masse abhängig. Die weitere Verarbeitung des Ablauföls, schweres Rohöl, ist schon erwähnt worden [1]).

Die Secunda-Paraffinmasse (B-Masse) liefert 20 bis 25 Proc. Secunda-Paraffinschuppen von 40 bis 45° C. Schmelzpunkt und das Ablauföl davon wird als Paraffinöl bezeichnet [2]).

Die Solar-Paraffinmasse giebt 20 bis 25 Proc. Solar-Paraffinschuppen mit einem Schmelzpunkt von 38 bis 42° C., deren Ablauföl als rohes Fettöl oder Paraffinöl zur weiteren Verarbeitung gelangt [3]). — Aus der Tertia-Paraffinmasse (C-Masse) erhält man 10 bis 15 Proc. Tertia-Paraffinschuppen von 30 bis 35° C. Schmelzpunkt, über deren Ablauföl ebenfalls schon berichtet worden ist [4]).

Die Paraffinschuppen zu reinigen, sie von dem anhaftenden Oel zu befreien, wandte man früher die verschiedensten Verfahren an, und sind sehr viele Versuche, eine billige und schnelle Reinigungsmethode zu finden, gemacht worden. Das älteste Verfahren ist das von Reichenbach [5]) vorgeschlagene durch Erwärmen mit concentrirter Schwefelsäure. Das Preßgut sollte mit 15 bis 30 Proc. Schwefelsäure in gußeisernen, über freiem Feuer stehenden Kesseln bei einer Temperatur von mindestens 180° C. gemischt werden, wobei das dem Paraffin anhaftende Oel zerstört werden sollte. Neben dem Oel wurde ein großer Theil des Paraffins zerstört, so daß man dabei Verluste bis zu 33 Proc. hatte. Um den Verlust zu verringern, suchte man die Preß-

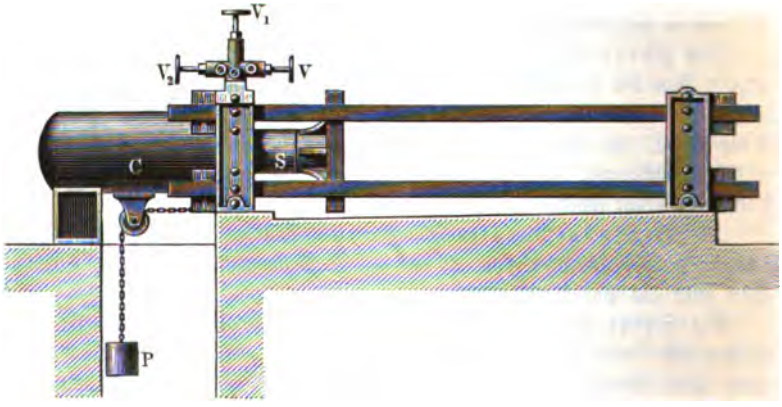
[1]) Siehe S. 116. — [2]) Siehe S. 117. — [3]) Siehe S. 117. — [4]) Siehe S. 117. — [5]) Peruß, Die Industrie der Mineralöle, S. 216.

kuchen schon vor der chemischen Behandlung zum Theil vom Oel zu befreien. Man schmolz sie auf und preßte sie kalt, oder man ließ sie in der Wärme abtropfen. Das mit Schwefelsäure gereinigte Paraffin wurde dann geklärt, wobei nach verschiedenen Methoden gearbeitet wurde. Wagenmann[1]) suchte dies mit Eiweiß zu erreichen und schmolz das Paraffin dann über einer schwachen Chlorzinklösung auf. — Vohl[2]) schmolz das Paraffin mit 1 Proc. Stearin zusammen und verseifte dann mit Natronlauge. Die entstandene körnige Seife sollte alle trübenden Stoffe niederschlagen. — Kletzinsky[3]) schlug die Reinigung mit Chlorkalk vor, die aber nicht anwendbar war, da das Paraffin sich dabei gelb färbte und in der Wärme Chlor aufnahm.

Auch Schwefelnatrium sollte reinigend auf das Paraffin wirken[4]).

Ein anderes Verfahren, das Paraffin vom Oel zu befreien, ist unter dem Namen des Ausschwitz- oder Hürdenverfahrens bekannt. Die Paraffinschuppen wurden in flache Blechgefäße gegossen, darin erkalten gelassen und dann

Fig. 75.



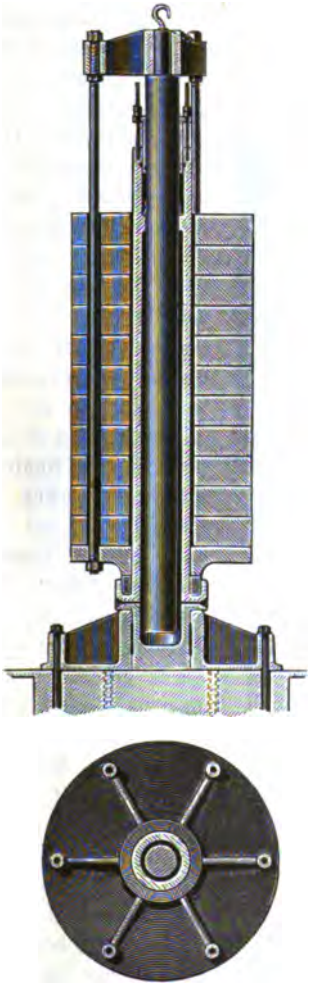
diese in einem warmen Raume so aufgestellt, daß das Oel und mit ihm ein Theil des Paraffins ablaufen konnte. Die Temperatur des Raumes wurde nach den Härtegraden des zu fabricirenden Paraffins bestimmt. Es blieb das bei einer höheren Temperatur schmelzende Paraffin ölfrei zurück. Diese Methode ist in den 60er Jahren in einigen Fabriken im Gebrauch gewesen, jedoch ist sie wie auch die übrigen erwähnten längst verlassen worden.

Jetzt arbeitet man in den Mineralölfabriken der Provinz Sachsen in folgender Weise. Die Paraffinschuppen, welchen Schmelzpunkt sie auch haben mögen, werden durch directen Dampf aufgeschmolzen, mit 10 bis 20 Proc. Benzin, leichtem Braunkohlentheeröl, mit einem specifischen Gewicht von 0,780 bis 0,815, gemischt und auf Wasser gegossen. Das Paraffin erstarrt in dieser gesättigten Lösung zu einer ganz gleichmäßigen Masse. Der 15 bis 20 mm

[1]) Dingl. polyt. Journ. 139, 303. — [2]) Ebend. S. 216. — [3]) Ebend. 176, 244. — [4]) Molon, Wagn. Jahresber. 1882, S. 1070; Monit. Prod. chim. 12, 209.

starke Kuchen wird in Stücke geschnitten, die der Größe der Filtertücher, Preßsäcke, der liegenden Pressen entsprechen. Diese sind in sackartiger Lage, nur unten geschlossen, etwa 60 cm lang und 33 cm breit und bestehen aus demselben Material, wie die Tücher der stehenden Pressen. Eine liegende Presse stellt die Fig. 75 in Seitenansicht dar. Sie ist ähnlich der stehenden Presse gebaut, die Filtertücher hängen an eisernen Stäben sackartig zwischen den Schienen, und zwischen je zwei ist eine Blechplatte geschoben, die etwas größer als die Filtersäcke ist. In jeder Presse stehen 30 bis 60 Preßsäcke, diese nehmen im letzten Falle etwa 90 kg Paraffinkuchen von 15 mm Stärke auf und daraus erhält man etwa 70 kg gepreßtes Paraffin. Der Druck wird bei diesen Pressen wie bei den stehenden durch ein hydraulisches Pumpwerk hervorgebracht, er beträgt 200 bis 240 Atm. Das Füllen der Presse, d. h. das Zusammendrücken bis auf einen Druck von etwa 25 Atm., erfolgt zuweilen durch einen Accumulator, der stets mit diesem Druck geladen ist. Bei der in Fig. 75 gezeigten Presse sind V das Ventil für den Zugang des Wassers vom Pumpwerk, V_1 das für den Wasserrückgang und V_2 das für die Wasserdruckleitung des Accumulators. Ist die Pressung beendet und soll die Presse entleert werden, so wird der Stempel S der Presse durch das Gewicht P in seine ursprüngliche Lage zurückgezogen, während das Wasser durch V_1 nach dem Pumpwerk zurückgeht. Mit einer liegenden Presse kann in zwölfstündiger Schicht etwa zehnmal gearbeitet werden.

Fig. 76.



Einen Accumulator[1]) zeigt die Fig. 76. Er besitzt die gleiche Einrichtung wie die in der Cementfabrikation üblichen. — Um einem Ueberdruck im Preßcylinder (C) und so einem Zersprengen dieses Gußstückes vorzubeugen,

[1]) Wie ihn die Firma Brink und Hübner, Mannheim, liefert.

befinden sich am Pumpwerk Sicherheitsventile, die gegebenen Falls in Thätigkeit treten. Da in Fabrik Waldau bei Osterfeld (Waldauer Braunkohlen-Industrie Act.-Gesellsch.) diese Ventile nicht regelmäßig functionirten und sogar wiederholt Preßcylinder zerdrückt wurden, so wurde eine Sicherheitsvorrichtung[1]) in die Druckleitung des Wassers eingeschaltet, die beständig in Thätigkeit sein muß, wenn die Presse arbeitet[2]). Auf einigen anderen Fabriken ist dieselbe Einrichtung getroffen worden, und wird sie durch die Figuren 77, 78 und 79 veranschaulicht.

Fig. 77 a.

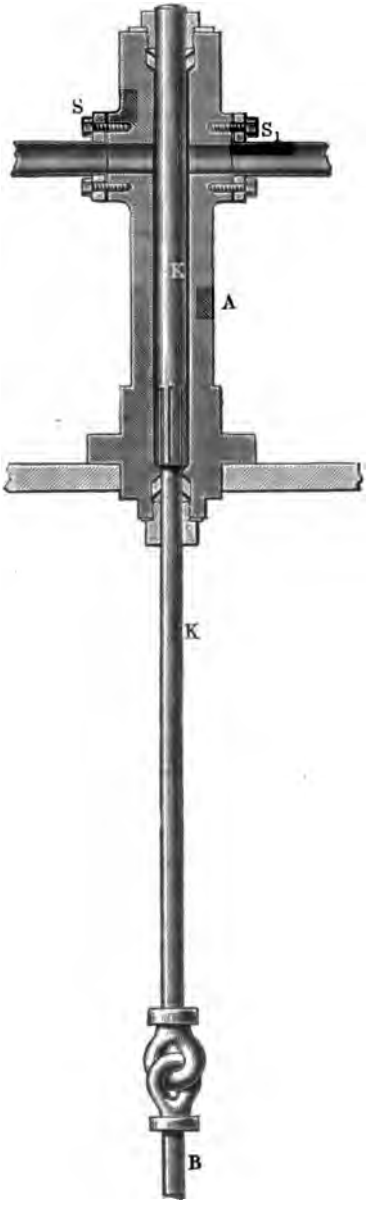


Fig. 77 b.

Fig. 77 a zeigt den Apparat, der aus einem gußeisernen Cylinder *A* besteht, der auf zwei eisernen Säulen ruht und auf beiden Seiten Stutzen *S* und S_1 zum Ein- und Austritt des Druckwassers besitzt. Durch Stopfbüchsen am oberen und unteren Ende des Cylinders bewegt sich die Kolbenstange *K*, deren Durchmesser im oberen Theile größer ist als im unteren. Rings um das untere Ende des stärkeren Theiles der Kolbenstange sind neun hohlkehlenartige, senkrecht gehende Rillen *R* ausgearbeitet, wie es Fig. 77 b genauer darstellt. Die lichte Weite des Cylinders *A* ist etwas größer als der Durchmesser des stärkeren Theiles der Kolbenstange, so daß das Druckwasser den Cylinder ausfüllt.

---

[1]) Gebaut von der Zeitzer Eisengießerei und Maschinenbau-Actien-Gesellschaft in Zeitz. — [2]) Privatmittheilung von Schliephacke.

Arbeitet die Presse nicht, so befindet sich der Apparat in Ruhe, der stärkere Theil der Kolbenstange ruht auf dem Boden des Cylinders und ragt am

Fig. 78 a.

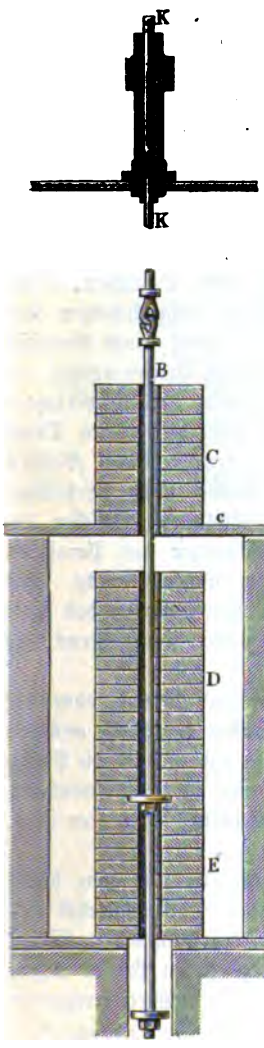


Fig. 78 b.

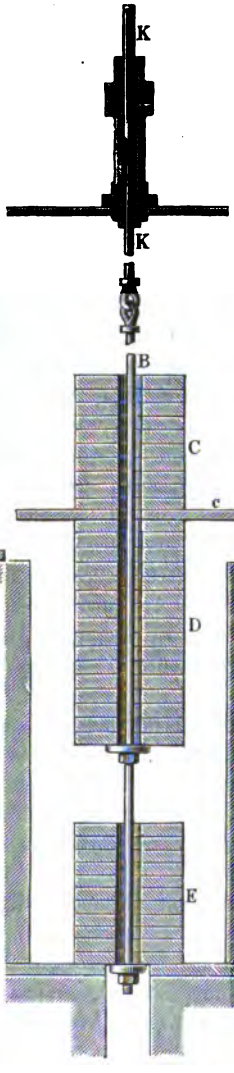
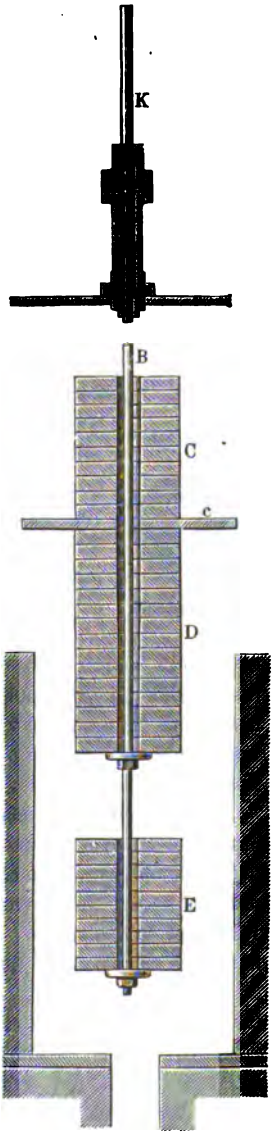


Fig. 78 c.



anderen Ende aus der Stopfbüchse hervor, indem er diese vollkommen abdichtet. Am Ende des schwächeren Theiles der Kolbenstange ist ein Rundeisenstab *B*

befestigt, der wie der Stempel eines Accumulators Gewichtstücke trägt, die aus gußeisernen Scheiben (Fig. 79) bestehen. Diese sind in drei Sätze *C*, *D*, *E* vertheilt. In der Ruhelage, die die Fig. 78a (a. v. S.) zeigt, steht *C* auf der eisernen Platte *c*, die den Abschluß eines gemauerten Schachtes bildet, worin sich die zwei anderen Gewichtssätze befinden, und *E* ruht auf dem Boden dieses Schachtes. Beginnt die Presse in Thätigkeit zu treten, so hebt das den Cylinder durchlaufende Druckwasser bei 100 Atm. den zweiten Gewichtssatz und bei 180 Atm. drückt dieser Gewichtssatz die Platte *c* mit den auf ihr liegenden Gewichten in die Höhe, so daß die in Fig. 78b wiedergegebene Stellung der Kolbenstange entsteht. Bei einem Druck von 240 Atm. wird noch der dritte Gewichtssatz gehoben (Fig. 78c), der obere Theil der Rillen tritt aus der oberen Stopfbüchse heraus, das Druckwasser läuft ab und ein Ueberdruck wird so unmöglich gemacht.

Bei der Pressung des Paraffins in den liegenden Pressen nimmt das leichte Braunkohlentheeröl die schweren, den Schuppen anhaftenden Oele mit heraus. Dieses Preßöl [1]), das sehr paraffinreich ist, fließt in einer unter der Presse angebrachten Rinne ab. Die einmal gepreßten Schuppen, erster Druck, werden in der Regel nochmals aufgeschmolzen und mit Benzin versetzt, und wenn man ein ganz feines Paraffin gewinnen will, so ist sogar noch ein drittes Pressen nöthig. — In mehreren Fabriken werden die mit Benzin versetzten Schuppenkuchen und zuweilen auch noch der zweite Druck nicht in den liegenden, sondern in den stehenden Pressen gepreßt, wobei man in einigen Fabriken nicht Preßtücher benutzt, sondern zwei Preßdeckel, Tuchplatten, zwischen die der Kuchen gelegt wird. Bei jedem folgenden Aufschmelzen des Paraffins nimmt man zur Mischung Benzin von niedrigerem specifischen Gewicht. An Stelle des Benzins zum Lösen der Schuppen läßt man zuweilen das Oel treten, das aus den liegenden Pressen bei dem zweiten oder dritten Druck der Schuppen abgelaufen ist.

Fig. 79.

In den meisten Fabriken arbeitet man Sommer und Winter, ohne die Pressen zu erwärmen, in einigen laufen neben den Säcken der Presse mehrere Lagen Dampfrohre, von denen das untere durchlocht ist, und so wird die Presse durch indirecten und directen Dampf erwärmt. Indessen ist die Verwendung eigentlicher Warmpressen, wie sie zum Pressen von Stearin, Anthracen u. a. verwendet werden, nicht üblich.

Man hat versucht, das leichte Braunkohlentheeröl (Benzin) ganz durch andere Lösungsmittel zu ersetzen. So benutzte man Elaïn [2]), Amylalkohol und Schwefelkohlenstoff [3]) und verfuhr bei dem Pressen in der geschilderten Weise. Alle diese Mittel sind neben anderen Gründen schon des hohen Preises wegen nicht zu verwenden. Amylalkohol ist ferner seines starken, Kopfschmerz erregenden

---

[1]) Siehe S. 117. — [2]) Perutz, Die Industrie der Mineralöle, S. 223. — [3]) E. Alcan, Repert. of Patent Invent. Mai 1858, p. 413; Dingl. polyt. Journ. 148, 317.

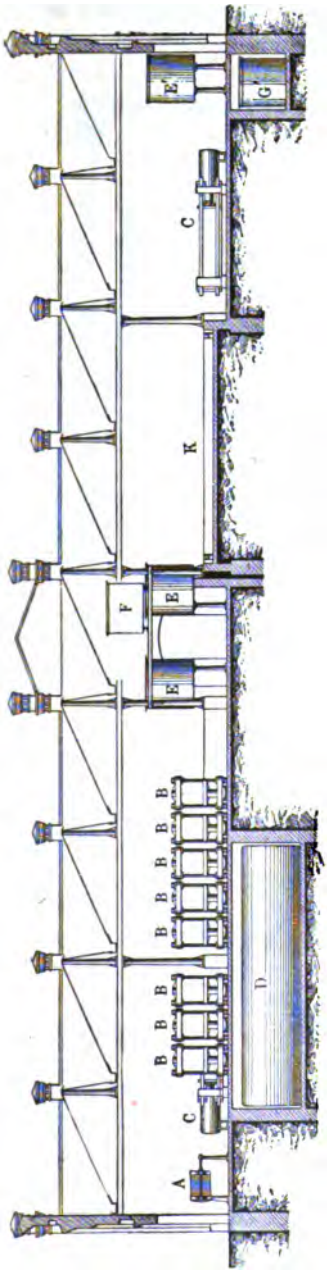


Fig. 80.

Geruchs, Schwefelkohlenstoff noch seiner Feuergefährlichkeit wegen und Elaïn wegen der darauf erforderlichen Reinigung des Paraffins mit Natronlauge zu verwerfen.

Außer Amylalkohol sollen nach einem österreichischen Patent[1]) auch Methyl-, Aethyl-, Propyl- und Butylalkohol, sowie die diesen entsprechenden Aldehyde und Ketone zur Paraffinreinigung verwandt werden. Aus naheliegenden Gründen hat das Patent nie Eingang in die Praxis gefunden.

Es ist auch wiederholt versucht worden, das Paraffin auf chemischem Wege farblos herzustellen, durch Bleichen. Aber die Einwirkung der zu diesem Zwecke benutzten Reagentien ist entweder keine vortheilhafte für das Paraffin, wie die des Ozons und Chlors, oder sie ist gleich Null wie die der schwefligen Säure.

Ueber die beim Pressen der Paraffinschuppen in liegenden Pressen sich ergebenden Oele ist schon S. 117 berichtet worden. Man hält zuweilen das Preßöl der Hartparaffinschuppen gesondert von dem der Weichschuppen. Das erste bringt man zur Krystallisation und das andere nach der chemischen Behandlung zur Destillation. Das entparaffinirte Preßöl von den Hartschuppen vereinigt man dann mit dem der Weichschuppen.

Die Pressereianlage.

Die Figuren 80, 81 und 82 zeigen ein Haus der Pressereianlage der Fabrik Webau b. Weißenfels a. S. (A. Riebeck'sche Montanwerke, Act.-Ges., Halle a. S.). Fig. 80 stellt den Längsschnitt, Fig. 81 (a. f. S.) den Grundriß und Fig. 82 (S. 169) den Querschnitt dar. *AA* sind die Filterpressen, *BB* die stehenden und *CC* die

[1]) H. Ujhely (P. v. 9. Juli 1880), Wagner's Jahresber. 1882, S. 1070.

liegenden Pressen. Das Ablauföl von *A* und *B* sammelt sich in dem Druckkessel *D* und wird von da durch Dampf weiter befördert. Die Schuppenkuchen werden in den eisernen Gefäßen *EE* aufgeschmolzen und mit Benzin gemischt, das von *FF*

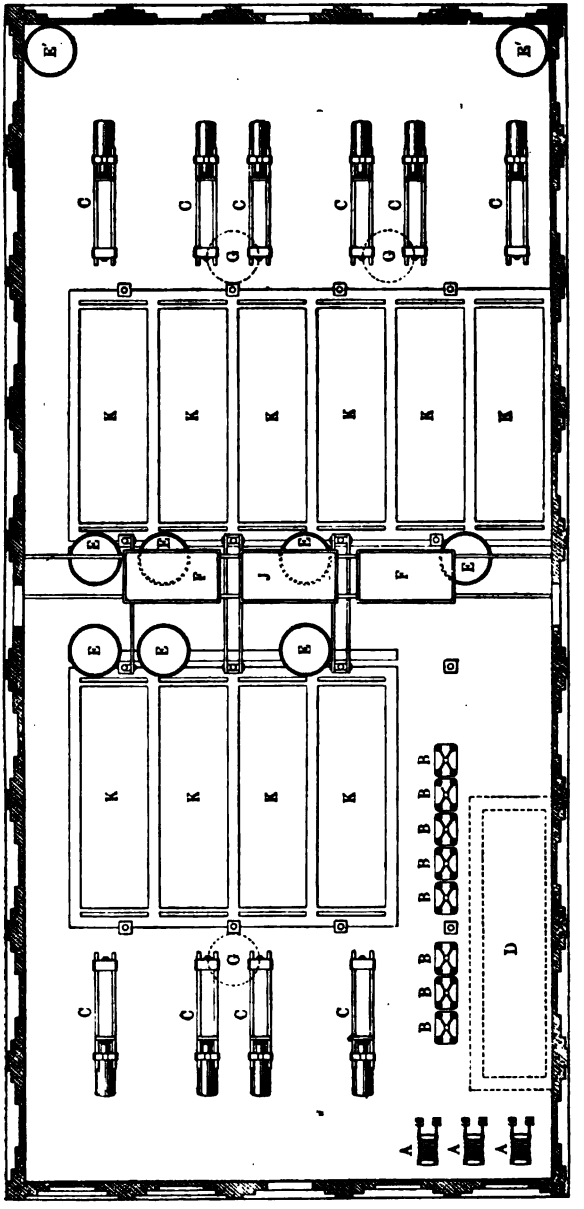
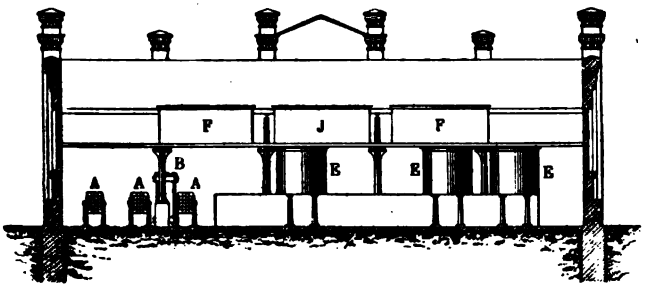


Fig. 81.

dahin geleitet wird. Die Gefäße *E E* stehen mit dem Kühler *J* in Verbindung, worin das aus *E* verdunstete Benzin verdichtet wird. Von *E* aus wird die Paraffinlösung auf das Wasser der Kühlschiffe *K K* gegossen, die Kühlschiffe sind in Cement gemauert; in kleineren Fabriken sind auch eiserne Kühlschiffe im Gebrauch. Das Preßöl der liegenden Pressen läuft nach den Druckkesseln *G G* und wird von hier durch Dampf zur weiteren Verarbeitung entfernt. —

Fig. 82.



Das in diesem Hause verarbeitete Paraffin wird in den Gefäßen *E' E'* geschmolzen, nach den Druckkesseln *G' G'* abgelassen und wird von da durch Dampf zur weiteren Verarbeitung nach einem anderen Preßhause gedrückt, das in gleicher Weise eingerichtet ist und wo ausschließlich liegende Pressen aufgestellt sind. — Erwähnenswerth erscheint es anzuführen, daß der Aufwand an Preßtüchern für die Paraffinverarbeitung nicht unbedeutend ist. Er stellt sich für 100 kg fertiges Paraffin auf etwa 0,75 Pfg.

Das Abblasen des Paraffins.

Das gereinigte Paraffin enthält keine schweren Oele mehr und muß nun von dem Benzingeruch befreit werden. Geringe Spuren von Benzin bleiben nämlich darin gelöst und sind durch Pressen nicht zu entfernen. Das Paraffin wird auf Blasen gefüllt, die denen der Destillation gleich sind, und wird hier durch Einströmenlassen von directem Dampf von dem Benzin befreit (Abblasen). Die entweichenden Benzindämpfe sind mit Paraffin beladen und werden in zweckmäßigen Kühlvorrichtungen verdichtet. Das Condensat geht in die Fabrikation zurück. Man glaubt in einigen Fabriken geruchloses Paraffin nur so erzeugen zu können, daß man im letzten Stadium des Abblasens von einer Verdichtung des Benzins absieht und frei in die Luft abbläst. — Am zweckmäßigsten erscheint es, den ganzen Vorgang im luftverdünnten Raume vorzunehmen, den man in geschlossenen Vorlagen durch einen Körting'schen Luftsauger herstellt. Wichtig ist es auch, durch Anwärmen mit indirectem Dampf vor dem Einströmen des directen eine Temperatur zu erzielen, die eine Wassercondensation unmöglich macht. Das Paraffin muß während des Abblasens eine Temperatur von 130 bis 140° C. besitzen; 140° dürfen jedoch nicht überschritten werden, da sonst Zersetzung eintritt. Daher ist es nicht rathsam, stark überhitzten Dampf oder Dampf über 4 Atm. Spannung zu verwenden.

Das Entfärben des Paraffins.

Das Paraffin besitzt, nachdem es geruchlos gemacht worden ist, noch einen grünlich gelben Farbenton, der ihm durch die Behandlung mit dem Entfärbungsmittel entzogen wird. Das Mischen des Paraffins mit diesem geschieht in Gefäßen, deren Größe sich natürlich nach der Fabriksanlage richtet. Sie werden mit Dampf erwärmt, der entweder durch ein im Gefäße liegendes Schlangenrohr oder durch einen Mantel, der dem Gefäße angepaßt ist, streicht. Am bequemsten für den Betrieb ist es, wenn das Gefäß eine Tagesproduction aufnimmt. Das Mischen wird bei 70 bis 80° C. durch ein Rührwerk bewirkt, das entweder durch Menschen- oder Dampfkraft bewegt wird. Mit comprimirter Luft zu mischen, ist unzweckmäßig und geschieht auch unseres Wissens in keiner Fabrik mehr. Früher benutzte man als Entfärbungsmittel die Thierkohle, jetzt werden meist die billigeren Blutlaugensalzrückstände genommen. Auch Thon[1]) wird in einigen Fabriken mit Erfolg verwendet, doch kann dies nur geschehen, wenn das Paraffin schon vorher sehr gut gereinigt und nur noch sehr wenig gefärbt ist, während die Blutlaugensalzrückstände auch auf stärkere Färbungen einwirken. Außer den genannten sind noch andere Mittel zum Entfärben versucht worden. Eine geringe entfärbende Kraft kommt dem Grudekoks, dem Ruß und der Holzkohle zu. Höland[2]) hat verschiedene Silicate auf ihre Einwirkung auf Paraffin untersucht, deren hohen Wirkungswerth vorher Zaloziecki[3]) für Ceresin festgestellt hatte. Die Resultate beider waren verschieden, auf Paraffin hat nur Kaolin eine dem gewöhnlichen Entfärbungspulver gleiche entfärbende Kraft, während auf Ceresin verschiedene Silicate das Entfärbungspulver noch übertreffen. Die entfärbende Wirkung der Blutlaugensalzrückstände kann noch vergrößert werden, wenn sie mit Wasser oder noch besser mit verdünnter Salzsäure ausgelaugt werden. Wir sehen, daß das Entfärben des Paraffins nicht durch reinen Kohlenstoff, sondern am besten durch ein Gemenge von diesem mit Silicaten oder durch reine Silicate veranlaßt wird. Die Entfärbung ist ein rein mechanischer Vorgang und beruht auf Oberflächenanziehung. — Schliephacke[4]) ist der Ansicht, daß die Färbung des Paraffins durch sauerstoffhaltige Körper hervorgerufen wird, die entweder durch die Oxydation der Luft oder durch die Destillation entständen. Diese Körper würden durch das Entfärbungspulver absorbirt.

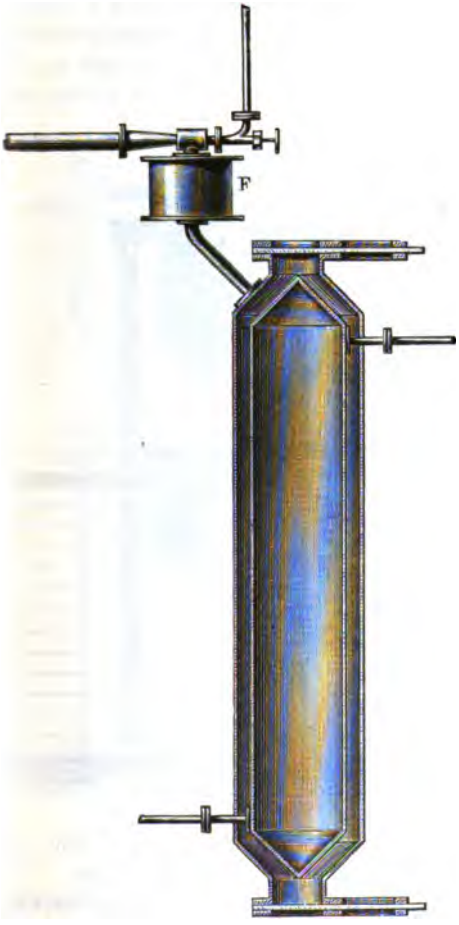
Das Entfärbungspulver muß vor dem Gebrauch bei 100 und 110° C. getrocknet werden; dies geschieht in Oefen, deren Bauart bei großem Verbrauche denen der Briketfabriken nachgebildet sein kann. Zweckmäßig erscheint folgende Anordnung. Ein an der Wand hängender doppelwandiger Cylinder faßt den Inhalt eines Wochenverbrauchs. An seinem oberen Ende saugt ein Körting'scher Luftsauger den sich bei der Trocknung entwickelnden Wasserdampf ab, der

---

[1]) Behrigs, Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1888; Dingl. polyt. Journ. 270, 182. — [2]) Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1888. — [3]) Dingl. polyt. Journ. 265. Nr. 1 bis 3. — [4]) Zeitschr. f. d. Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie 1878, S. 49.

getrocknete Inhalt wird am unteren Ende durch einen Doppelschieber abgezogen, der dem des Schweelcylinders nachgebildet ist. Es wird täglich am oberen Ende soviel Pulver nachgegeben, wie der täglichen Entnahme am unteren Ende entspricht. Der Dampf kann entweder in einen, den Cylinder mit Entfärbungspulver umgebenden Mantel einströmen, oder er kann in den inneren Cylinder eintreten und das im äußeren Cylinder sich befindende Pulver trocknen, wie es Fig. 83 zeigt. Zwischen dem Cylinder mit dem Entfärbungspulver und dem Körting'schen Luftsauger ist zweckmäßig noch ein Filter *F* zur Abscheidung des etwa mitgerissenen Pulvers eingeschaltet.

Fig. 83.

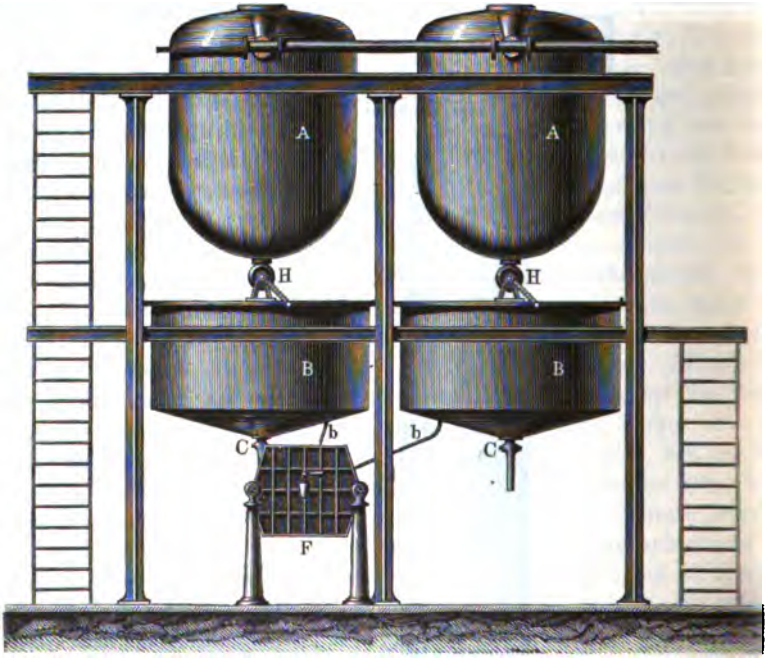


Man wendet in der Regel 1 bis 2 Proc. des Entfärbungspulvers an, eine größere Menge ist ohne Einwirkung. Als vortheilhaft erweist es sich zuweilen, mit kleineren Portionen zweimal hinter einander zu entfärben. Das Mischen dauert etwa $^1/_2$ Stunde, dann läßt man das Pulver absitzen und filtrirt das darüber stehende Paraffin durch Papierfilter. Dies wird meist auf sehr einfache Weise ausgeführt, indem man das Paraffin aus Gießkannen auf die Filter gießt, oder es läuft nach einem hochstehenden Gefäße und von da durch Röhren mit Hähnen nach den darunter aufgestellten Filtern [1]). — In neuerer Zeit verwendet man auch Filterpressen [2]), die durch Dampf warm gehalten werden, und deren Einrichtung der der Filterpresse für die Paraffinschuppen [3]) ähnlich ist. An die Kopfstücke schließt sich je ein Filterrahmen, daran eine Kammer und so abwechselnd. Es sind im Ganzen zehn Rahmen und neun Kammern, außerdem kann jedes Kopfstück als halbe Kammer

[1]) Ramdohr, Dingl. polyt. Journ. 216, 244. — [2]) Von der Maschinenfabrik Wegelin u. Hübner, Halle a. S., geliefert. — [3]) Siehe S. 159.

gelten. Der Rahmen ist 25 mm stark und auf beiden Seiten mit einem Filtertuch und Filterpapier überzogen. Die Kammer, die auf jeder Seite mit einem siebartig durchlochten Blech bedeckt ist, ist 60 mm stark und hat wie der Rahmen eine lichte Weite von etwa 63 cm im Quadrat. Der Weg des zu filtrirenden Paraffins ist nun folgender. Es tritt in den Einflußcanal, der im vordern Kopfstück beginnt und in den Rahmen Oeffnungen besitzt, dann in den ersten Rahmen und von hier durch das Filtertuch und das Filterpapier nach der Kammer, von wo es durch den Paraffinabflußcanal, der die einzelnen Kammern mit einander verbindet, die Presse verläßt. Das Paraffin, das nicht von dem ersten Rahmen aufgenommen wird, füllt den zweiten aus u. s. f., bis schließlich

Fig. 84.



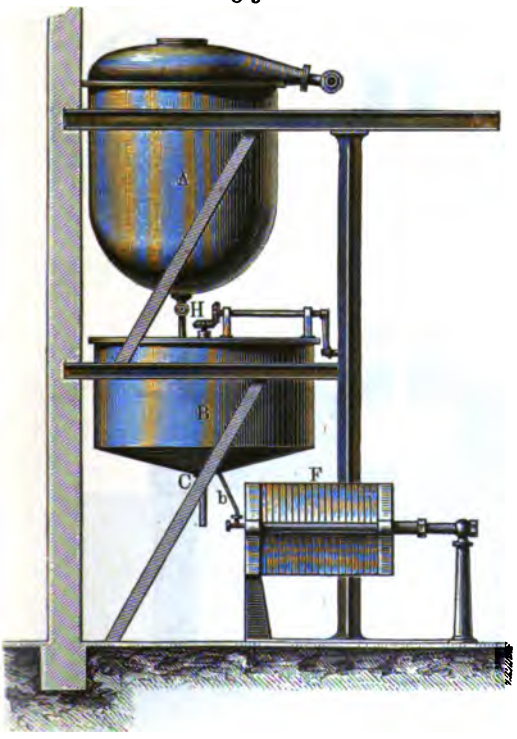
die Filterpresse voll in Thätigkeit ist. — Das Filterpapier muß nach einer Filtration von ungefähr 200 hkg Paraffin durch neues ersetzt werden.

In welcher Weise man die zur Reinigung des gepreßten Paraffins erforderlichen Apparate zweckmäßig anordnen kann, zeigen die Figuren 84 u. 85, die einen Raum der Mineralöl- und Paraffinfabrik Oberröblingen a. S. (A. Riebeck'sche Montanwerke, Actien-Gesellschaft, Halle a. S.), die Krey gebaut hat, darstellen. *A A* sind die Blasen, auf denen das Paraffin, wie beschrieben, geruchlos gemacht wird. Von da läuft es durch den Hahn *H* nach den Gefäßen *B B* und wird hier mit Entfärbungspulver behandelt. Das entfärbte Paraffin fließt durch *b b* nach der Filterpresse *F*, während das benutzte Entfärbungspulver durch *C C* abgezogen wird.

Die Extraction des gebrauchten Entfärbungspulvers.

Das zum Entfärben dienende Pulver beladet sich reichlich mit Paraffin, das daraus wieder gewonnen werden muß. Man schlägt dazu verschiedene Wege ein, und fast jede Fabrik hat ein besonderes Verfahren. Die kleineren Fabriken kochen es mit Wasser, dem man zuweilen etwas Schwefelsäure zufügt, gut aus; der Paraffinkuchen setzt sich beim Erkalten oben ab und das zurückbleibende Pulver wird der Schweelkohle zugesetzt, um daraus die Reste des Paraffins im Theere wieder zu gewinnen. Dieses Verfahren war früher allgemein üblich, doch ist es für größere Fabriken unrentabel, da das Pulver noch zu viel Paraffin zurückhält, das beim Schweelen zum Theil zersetzt wird. Daher wird jetzt meist das Entfärbungspulver mit leichtem Braunkohlentheeröl extrahirt und aus dem Extract das Paraffin durch Erkaltenlassen und Pressen oder durch Verdunsten des Lösungsmittels wieder erhalten. — Von den Extractionsapparaten sollen einige beschrieben werden. Wernecke ist ein Apparat [1]) patentirt worden, dessen Einrichtung folgende ist. Der Apparat ist ein stehender Cylinder aus Eisenblech, der in drei über einander liegende Kammern getheilt ist. In die obere wird das zu extrahirende Entfärbungspulver gebracht, die mittlere, kleinere, die durch Siebe gegen die zwei anderen abgeschlossen ist, nimmt das Filtermaterial auf und wird durch eine durchlochte Dampfschlange mit directem Dampf erwärmt. In der unteren befindet sich das Extractionsmittel, leichtes Braunkohlentheeröl, das durch indirecten Dampf verflüchtigt wird und dem Entfärbungspulver das Paraffin entzieht. Ist die Extraction beendet, so wird das Benzin in demselben Apparate destillirt, die Dämpfe entweichen durch ein im oberen Raume angebrachtes Ableitungsrohr. Im Betriebe sind zur continuirlichen Arbeit zwei Apparate

Fig. 85.

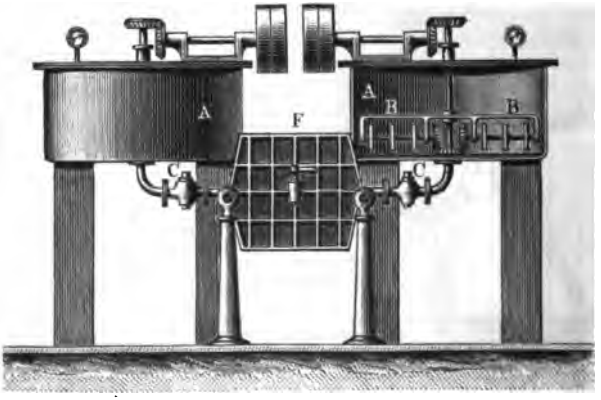


[1]) D. R.-P. Nr. 27 333.

mit einander verbunden, so daß in dem einen destillirt und in dem anderen, der den Abdampf des ersten erhält, extrahirt wird.

Schliephacke[1]) extrahirt das Pulver erst, nachdem er es mechanisch möglichst paraffinfrei gemacht hat. Er bringt es in eine Krinoline, die mit Wollzeug überzogen ist und in einem mit Dampfmantel umgebenen Cylinder steht. Durch die Wärme tropft das Paraffin ab, bis schließlich das Pulver trocken ist, und dann wird es in dem Extractionsapparate behandelt. Dieser besteht aus einem doppelwandigen Cylinder, worin eine überzogene Krinoline eingesetzt ist, die mit dem Pulver gefüllt und oben mit einem Sieb bedeckt wird.

Fig. 86.



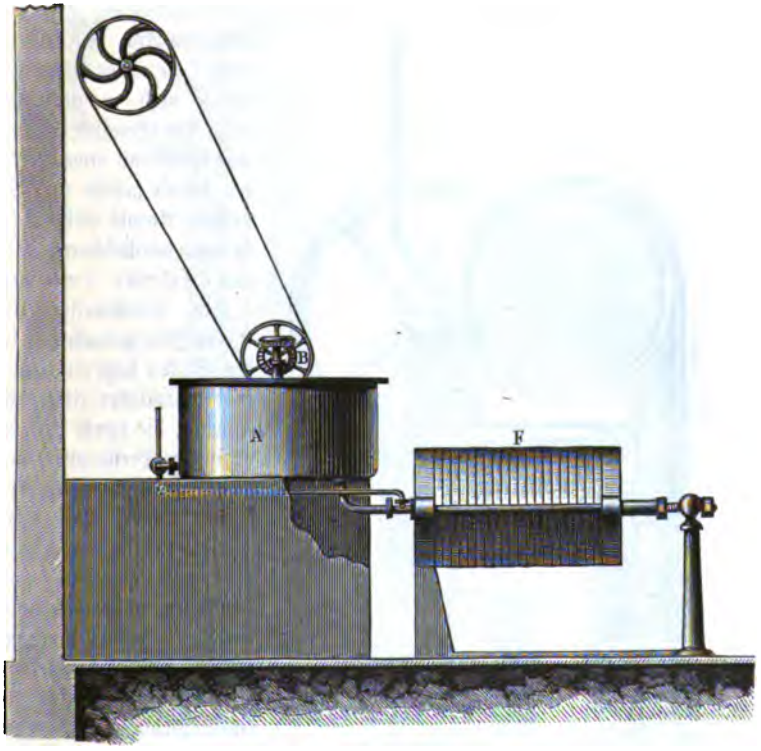
Durch das Pulver fließt wiederholt angewärmtes leichtes Braunkohlentheeröl und nimmt das Paraffin mit. Das dem Entfärbungspulver anhaftende Oel wird durch Abblasen mit directem Dampf nach Entfernung und Entleerung der Krinoline wieder gewonnen.

In der Fabrik Webau wird, da der früher benutzte Büttner'sche Extractionsapparat nicht befriedigend functionirte, jetzt in folgender Weise gearbeitet. Die Figuren 86 und 87 zeigen den angewandten Apparat in

[1]) Jahresber. d. Techn.-Vereins der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie, 1890/91.

Vorder- und Seitenansicht. Das Entfärbungspulver kommt in den Cylinder *A*, der 50 cm hoch ist und 120 cm im Durchmesser hat, und der zur Heizung durch Dampf mit einem doppelten Boden versehen ist. Darin wird das Pulver mit leichtem Braunkohlentheeröl gemischt und durch das Rührwerk *B* in beständiger Bewegung erhalten. Ist der Druck in dem luftdicht geschlossenen Cylinder, durch die Oeldämpfe hervorgebracht, auf $1^1/_2$ Atm. gestiegen, so stellt man den Heizdampf ab und läßt den Apparat einige Zeit unter diesem Drucke arbeiten. Dann wird der am Boden des Cylinders angebrachte Hahn *C* geöffnet, und so die Verbindung mit der Filterpresse *F* hergestellt, in die das

Fig. 87.



Entfärbungspulvergemisch gedrückt wird. Die Paraffinlösung fließt aus der Presse auf Wasser und das paraffinfreie Entfärbungspulver bleibt in der Presse zurück und wird der Schweelkohle zugesetzt, um die etwa noch darin sich befindenden Reste von Paraffin auszutreiben. Genügt eine einmalige Extraction nicht, so muß man sie wiederholen, und ist daher der Apparat zur doppelten Arbeit eingerichtet.

Das Entfärbungspulver wird in der Regel nicht wieder benutzt, denn es hat einmal an entfärbender Kraft verloren und zum anderen müßte man es auf umständliche Weise durch Trocknen und Mahlen zum Gebrauche präpariren.

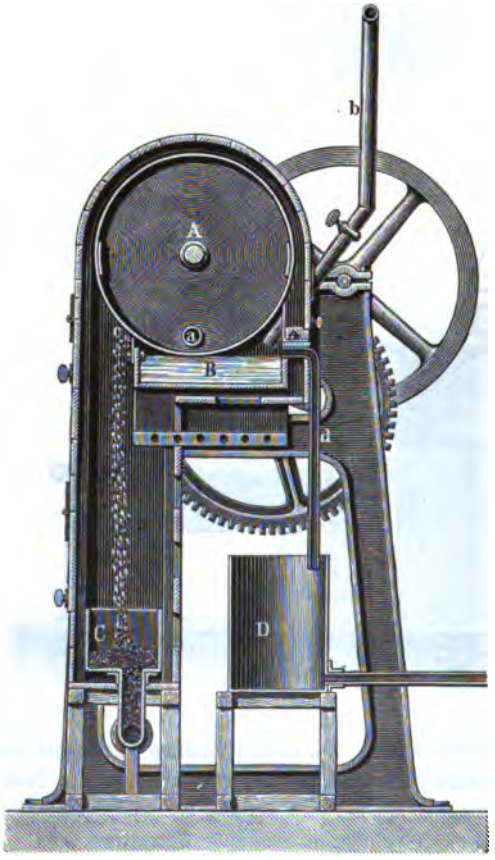
Die Paraffinfabrikation in der ſchottiſchen Induſtrie.

In der ſchottiſchen Induſtrie wird die Paraffingewinnung und die Paraffinreinigung auf folgendem Wege vorgenommen.

Die Kryſtalliſation.

Die Hartparaffinmaſſe läßt man bei Luftkühlung in Gefäßen kryſtalliſiren, aus denen man den flüſſigen Theil von den zurückbleibenden, zu kryſtalliniſchen Schuppen ablaufen läßt. Um das mit dem Oele mitgeriſſene Paraffin noch zu gewinnen, wird das Gemiſch in Leinwandſäcke von etwa 20 Liter Inhalt gefüllt und eine größere Anzahl dieſer Säcke in einen durchlöcherten eiſernen Cylinder von etwa 1,7 m Durchmeſſer und 0,9 m Höhe gebracht. Ueber den Säcken liegt eine genau in den Cylinder eingepaßte Scheibe, die durch eine hydrauliſche Preſſe mit einem Druck von 2 Atm. abwärts bewegt wird. Bei dieſer Preſſung fließt das Oel ab und das Paraffin wird dann, um es möglichſt vom Oel zu befreien, nochmals gepreßt. Dies geſchieht in hydrauliſchen Preſſen bei einem Druck von 15 Atm., in denen das Paraffin in dünnen Lagen zwiſchen Leinwand und Eiſenplatten geſchichtet wird. Der zweiten Preſſung werden auch die in den Kryſtalliſationsgefäßen zurückbleibenden Paraffinſchuppen unterworfen. — Zuweilen verarbeitet man die Hartmaſſe auch in der in der Provinz Sachſen üblichen Weiſe. Man läßt die Maſſe in 30 cm tiefen Schalen an der Luft abkühlen, zerkleinert dann die erſtarrte Maſſe und trennt das Oel von den Paraffinſchuppen in der Filter-

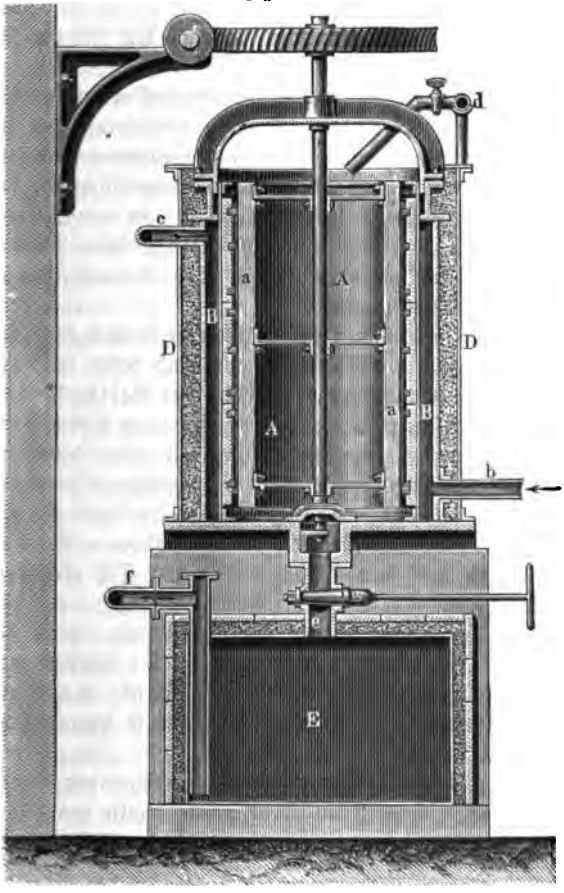
Fig. 88.



presse. — Aus der Hartparaffinmasse erhält man Paraffinschuppen mit einem Schmelzpunkt von 50 bis 52° C.

Das Weichparaffin muß den Weichparaffinmassen bei einer möglichst niedrigen Temperatur entzogen werden, denn das Ablauföl davon soll als Schmieröl dienen und muß daher ein hohes specifisches Gewicht und einen niedrigen Erstarrungspunkt besitzen. — Die Abkühlung der Weichparaffinmassen wird in Apparaten von verschiedener Einrichtung vorgenommen. Einen der gebräuchlichsten stellt die Fig. 88 dar. *A* ist eine 91,5 cm weite und etwa 280 cm lange Trommel aus 1 cm starkem Eisenblech, die in der Minute eine Umdrehung macht und durch die eine auf — 8 bis — 11° C. abgekühlte Chlorcalciumlösung langsam hindurchgeht. Die Lösung fließt mit — 5 bis — 8° C. aus der Trommel ab und wird in der Eismaschine wieder auf die ursprüngliche Temperatur gebracht. In der Stunde durchwandern etwa 16 cbm Lauge von *a* aus die Trommel. Die Paraffinmasse befindet sich in dem Troge *B*, in den sie durch die Leitung *b* geführt wird. Durch *B* schleift die Trommel, die Masse wird abgekühlt und bleibt an der Trommelwand hängen, von der sie durch das Messer *c* abgekratzt wird und nach dem Kasten *C* fällt. Von dem Behälter *C* aus wird die Paraffinmasse nach der Filterpresse gepumpt, um die Paraffinschuppen von dem Oele zu trennen. *d* ist ein Ueberlaufrohr, durch das der Ueberschuß der zugeleiteten Paraffinmasse aus *B* nach *D* abfließt. — Um den durch die freiliegende Trommel verursachten Kälteverlust zu vermeiden, hat man einen anderen Kühlapparat

Fig. 89.



eingeführt, der durch die Fig. 89 (a. v. S.) erklärt wird. *A* ist ein feststehender kupferner Cylinder von etwa 1 obm Fassungsraum, der mit dem Rührwerk *aa* und dem eisernen Mantel *BB* versehen ist, in den bei *b* die kalte Lauge eintritt und bei *c* ausfließt. Der ganze Apparat ist mit einem Schutzmantel *DD* aus Eisenblech umgeben, der mit einem schlechten Wärmeleiter angefüllt ist, um jeden Kälteverlust zu verhindern. Das paraffinhaltige Oel wird durch *d* eingeleitet und kühlt sich im Cylinder ab, wobei durch das Rührwerk eine gleichmäßige Mischung und Temperatur herbeigeführt wird. Die Masse läuft dann von *A* durch *e* nach dem Behälter *E*, um von da nach den Filterpressen gepumpt zu werden.

Andere Apparate zur Krystallisation der Weichparaffinmassen sind wiederholt construirt worden. So hat sich Mackay [1]) einen Ausfrierapparat für paraffinhaltige Mineralöle patentiren lassen, der aus einem Cylinder mit Mantel besteht. In den Zwischenraum beider ist eine Kälteerzeugungsflüssigkeit, wie Ammoniak, eingefüllt, das durch Absaugen verflüchtigt wird. In dem Cylinder befindet sich das paraffinhaltige Oel, dessen Paraffin sich an den gekühlten Wänden absetzt und von da durch Schaber abgeschabt wird. Eine Transportschnecke schafft die Paraffinschuppen aus dem Apparate.

In diesem Apparate sowie in ähnlichen, die auch benutzt werden, kühlt sich die Paraffinmasse zu schnell ab und die Paraffinschuppen sind daher klein und wenig ausgebildet. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat Beilby [2]) einen Kühlapparat construirt, dessen Zellen, in die das paraffinhaltige Oel gebracht wird, ziemlich hoch, aber nur von geringer Breite sind. Je zehn Zellen sind an einander gebaut und durch Zwischenräume, durch die abgekühlte Salzlösung fließt, getrennt. Am Boden jedes einzelnen Oelgefäßes (Zelle) befindet sich eine wagerechte Welle von geeigneter Construction, die den abgeschiedenen Paraffinschuppenkuchen zerkleinert und aus dem Gefäße befördert. Die Schuppen kommen nun in die Filterpressen.

Die Filterpressen haben die gleiche Einrichtung wie die in den Paraffinfabriken der Provinz Sachsen gebräuchlichen. — Früher arbeitete man in Schottland die abgekühlten Weichmassen in derselben Weise, wie es noch mit einem Theile der Hartmasse geschieht, nämlich durch Pressen in hydraulischen Pressen, ohne Filterpressen zu benutzen.

Aus der von dem Preßöl der Hartparaffinmasse herrührenden Weichparaffinmasse erhält man Paraffinschuppen mit einem Schmelzpunkte von 40 bis 43° C., während die durch Abkühlung der paraffinhaltigen Mittel- und Schmieröle gewonnenen bei 32 bis 38° C. schmelzen.

Die Pressereiarbeit und die Reinigung des Paraffins.

Die Paraffinschuppen werden gereinigt, indem man sie mit etwa 25 Proc. leichtem Oel (Naphta) zusammenschmilzt und dann diese Mischung in den schon

---

[1]) Wagner's Jahresber. 1891, S. 42; D. R.-P. Nr. 53498. — [2]) Journ. of Soc. of Chem. Ind. 1885, p. 321; Wagner's Jahresber. 1885, S. 1240.

beschriebenen Apparaten, die aber in diesem Falle nur mit Wasser gekühlt werden, abkühlt. Die Lösung wird auch zuweilen in flache Schalen, die in Gestellen über einander stehen, gegossen und darin erstarren gelassen. Die abgekühlte Masse wird in Leinwandtücher gepackt und in hydraulischen Pressen bei einem Druck von 16 bis 22 Atm. gepreßt. Diese Arbeit (Aufschmelzen u. s. w.) muß mindestens noch einmal, gewöhnlich bei höherem Druck, wiederholt werden, um weißes Paraffin zu gewinnen. — Den bei dieser Paraffinreinigung auftretenden Verlust suchte man zu vermeiden, indem man die Schuppenkuchen, nachdem sie pulverisirt worden waren, in der Kälte mit Naphta behandelte. Man setzte soviel leichtes Oel zu, daß ein Brei entstand und preßte diesen. Durch drei- bis viermalige Wiederholung dieses Verfahrens hoffte man das Paraffin ölfrei zu machen. Eine Mehrausbeute an Paraffin ist jedenfalls dabei im Vergleich zu der gebräuchlichen Reinigungsmethode zu erzielen. Ob das Paraffin gut in Farbe resultirt und ob dieses Patent Eingang in die schottische Industrie gefunden hat, erscheint zweifelhaft.

Es sind noch einige Verfahren zu erwähnen, die dahin gehen, die leichten Oele bei der Reinigung des Rohparaffins nicht zu benutzen. Das Ausschwitzverfahren[1]) wird wohl von diesen am meisten angewandt. Man bedient sich dazu zuweilen eines Schwitzofens, der früher einzellig gebaut war und später von Tervet[2]) durch die Construction von drei Zellen verbessert wurde.

Fordred[3]) wollte die schweren Oele aus dem Rohparaffin entfernen, indem er es mit einer warmen Flüssigkeit knetete und construirte dazu einen geeigneten Apparat. Je 5 kg der Paraffinschuppen werden zunächst in lange Säcke gepackt und diese in einem erwärmten Raume aufgeschichtet, bis das Paraffin knetbar geworden ist. Dann kommt der Sack in eine Knetmaschine, die mit einer Seifenlösung gefüllt ist, deren Temperatur etwa 10° C. unter dem Schmelzpunkte des Paraffins liegt. Die Seifenlösung kann man nach Angabe des Patentträgers durch andere alkalische oder saure Flüssigkeiten, sogar durch Wasser ersetzen.

Eine andere Reinigungsmethode, die dem Ausschwitzverfahren ähnlich ist, wurde Letchford und Nation patentirt[4]). Ein eiserner Bottich ist in spitz auslaufende Zellen getheilt, die durch kleine Zwischenräume von einander getrennt und oben durch einen gemeinsamen in den Bottich passenden Deckel aus gelochtem Eisenblech geschlossen sind. Der Deckel befindet sich in einiger Entfernung unter dem oberen Rande des Gefäßes und kann befestigt werden. Die Zellen werden mit dem rohen Paraffin gefüllt, der Deckel der Zellen wird geschlossen und man läßt nun Wasser in das Gefäß eintreten, das durch eine unter den Zellen am Boden des Gefäßes liegende Dampfleitung erwärmt wird. Man bringt zunächst die Temperatur des Wassers auf 5° C. unter dem Schmelzpunkte des Paraffins, steigert die Wärme allmälig und stellt die Dampfzuströmung ab, wenn das Wasser sich noch um 5° C. erwärmt hat. Die Oele und mit ihnen das weiche Paraffin sind aus dem rohen Paraffin entfernt und schwimmen auf dem Wasser, wovon sie abgeschöpft werden. Ist das in den

[1]) Vergl. S. 162. — [2]) Journ. of Soc. of Chem. Ind. 6, 255. — [3]) Patent Nr. 1858. — [4]) Patent Nr. 890.

Zellen zurückgebliebene Paraffin noch nicht rein und hart genug, so muß man die Operation noch ein- oder zweimal wiederholen.

Ein anderes Verfahren [1]), das auch im Großbetriebe angewandt worden ist, bestand darin, daß das rohe Paraffin in Kuchenform gegossen und langsam abgekühlt wurde. Dann wurden die Kuchen auf ein poröses Material gelegt und soweit erwärmt, bis das Oel und die leicht schmelzbaren Theile des Paraffins aufgesogen und so das Paraffin rein erhalten wurde.

Hervorgehoben werden muß hierbei, daß die Paraffine, wie sie die geschilderten Verfahren liefern, klebrig sind, wenn sie auch den Vorzug haben, niemals den Geruch nach Benzin zu zeigen. Bei der Verarbeitung zu Kerzen lösen sie sich schwer aus den Formen und die Kerze selbst erscheint trübe, während die Kerze aus dem Material, wie es die in der sächsisch-thüringischen Industrie übliche Reinigungsmethode ergiebt, klar durchscheinend ist und zwei solche Kerzen beim Zusammenschlagen einen hellen Klang geben.

Das durch die Behandlung mit leichten Oelen gereinigte Paraffin wird von dem anhaftenden Geruch in ähnlicher Weise befreit wie in den Mineralölfabriken der Provinz Sachsen. Das Paraffin wird in Blasen von etwa 3,5 cbm Inhalt gefüllt, in die man 40 bis 60 Stunden überhitzten Wasserdampf leitet. Um die ausgetriebenen Benzindämpfe zu verdichten, wird der Dampf in den ersten drei Stunden durch einen Kühler abgeführt, dann entweicht er in die Luft.

Früher bediente man sich zum Entfärben und Bleichen des Paraffins verschiedener Methoden, die jetzt verlassen worden sind. So schmolz man das Paraffin mit 5 Proc. Carnaubawachs zusammen, erhitzte stark mit gespanntem Wasserdampf und entfärbte dann durch Thierkohle. — Auch concentrirte Schwefelsäure ließ man in einigen Fabriken auf das geschmolzene Paraffin einwirken, um es weiß und geruchlos zu machen.

Die Entfärbung des Paraffins geschieht jetzt meist mit feingemahlener Thierkohle. Davon werden dem Paraffin $1^1/_2$ bis 6 Proc. zugesetzt und das Gemisch wird in einem Troge mit einem horizontalen Rührer 1 bis $1^1/_2$ Stunden lang innig gemischt. An Stelle der Thierkohle wendet man auch andere Mittel, wie Walkererde [2]) oder Thon an. Zuweilen benutzt man auch künstlich dargestellte Kieselsäure [3]) oder calcinirtes Magnesiumsulfat [4]). — Nachdem das Paraffin sich vom Entfärbungspulver geschieden hat, wird es durch Filtration von dem suspendirten Entfärbungsmittel gereinigt. Als Filter dienen verschiedene Einrichtungen, die den in der Provinz Sachsen benutzten ähnlich sind. Das Young'sche Filter besteht aus einem mit Mantel versehenen und durch Dampf erwärmten cylindrischen Gefäße, worin sich ein Cylinder aus Drahtnetz befindet, der mit Flanell und Filtrirpapier ausgelegt ist und das zu filtrirende Paraffin aufnimmt.

---

[1]) Patent Nr. 3241. Hodges, Berl. Ber. 1872, S. 732. — [2]) Patent Nr. 610 von Fordred, Lambe und Sterry. — [3]) Patent von Arthur Smith und Field. — [4]) J. und G. Müller, Chem. News 1875, 31, 175.

Die Paraffinfabrikation in der Messeler Industrie.

Die Hartparaffinmasse kommt in der üblichen Weise zur Abscheidung des Paraffins zur Krystallisation. Die Krystallbildung ist im Allgemeinen nicht gut und das sich abscheidende Paraffin ist nur von klein krystallinischer Structur. Dieser Umstand erschwert natürlich die Aufarbeitung. Die Aufnahmegefäße für die Hartmasse haben etwa einen Fassungsraum von 18 cbm, sind von cylindrischer Form und ihr unterer Theil, der mit einem Ablaßhahn versehen ist, verläuft conisch. Diese Gefäße sind in eiserne Kasten eingesetzt, so daß sie, wenn die Luftkühlung nicht genügt, auch mit Wasser gekühlt werden können. Eigenthümlicher Weise wird die in die Gefäße gefüllte Paraffinmasse durch je drei über einander an einer gemeinsamen Kette aufgehängte Schaber von besonderer Form in beständiger Bewegung gehalten. Diese Schaber reichen bis an die Wand des Gefäßes und streichen die sich dort ansetzenden Paraffinschuppen ab. Die Ketten von acht bis zehn Kühlern stehen mit einander in Verbindung und werden durch eine geeignete complicirte Vorrichtung und mit ihnen die Schaber beständig langsam auf- und abbewegt. Die abgekühlte Masse wird in ein unter den Kühlgefäßen sich befindendes Bassin abgelassen und von da nach den Filterpressen befördert. — Die Weichparaffinmassen werden in einem Apparate durch kalte Salzlösung abgekühlt, der dem zur Abkühlung der Weichparaffinmassen in Schottland üblichen und S. 178 beschriebenen ähnlich ist, nur fällt das Gefäß *E* weg, da die Saugleitung der Pumpe, die die Masse nach der Filterpresse drückt, direct an *e* angeschlossen ist. Einige Schaber, die durch Federn gegen die Kühlwand gepreßt werden, sind flügelartig construirt. — Die aus den Filterpressen erhaltenen Schuppen werden zwischen Tuchplatten mit doppeltem Rande (Preßdeckel), wie sie in der sächsisch-thüringischen Industrie zuweilen beim Pressen der aufgeschmolzenen und mit Benzin versetzten Schuppen benutzt werden, in stehenden Pressen gepreßt. Einschlagetücher zu verwenden, scheint wegen der mangelhaften krystallinischen Structur nicht durchführbar zu sein.

Die Hartparaffinmasse liefert 10 bis 12 Proc. Paraffinschuppen mit einem Schmelzpunkt von 54 bis 58° C. Ueber das Preßöl davon ist schon S. 127 berichtet worden. — Die Weichparaffinmasse giebt 15 bis 20 Proc. Weichparaffinschuppen von 45 bis 50° C. Schmelzpunkt. Die Verwendung des Preßöls von dieser Masse ist S. 128 angegeben worden.

Die weitere Verarbeitung der Schuppen geschieht in gleicher Weise wie in der sächsisch-thüringischen Industrie. Doch scheinen meistens die gewonnenen Schuppen als solche abgegeben und von der sächsisch-thüringischen Industrie aufgenommen zu werden, wo fertiges Paraffin und Kerzen daraus hergestellt werden.

Achtes Capitel.

Die Verkaufsproducte.

Die Verkaufsproducte der sächsisch-thüringischen Industrie.

I. Die Oele.

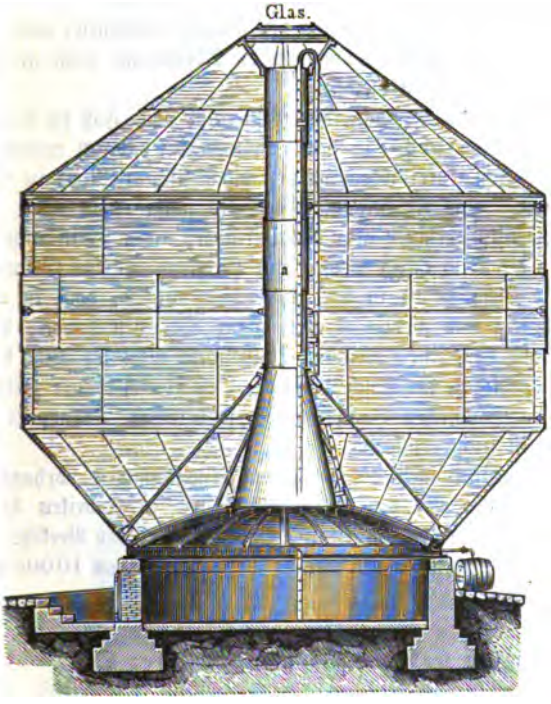
Je nach der Lage des Marktes sind die Fabriken gezwungen, größere Mengen von versandtfertigen Oelen, zuweilen auch Halbfabrikate, aufzuspeichern. Dies geschieht in mit Cement geputzten und gemauerten Gruben, die einen Fassungsraum bis zu 300 cbm besitzen, und in eisernen Oelbehältern, deren Größe die genannten weit überschreiten kann; der in Fabrik Reußen bei Zeitz (A. Riebeck'sche Montanwerke) aufgestellte Behälter faßt z. B. 3500 cbm und ist der größte der sächsisch-thüringischen Industrie. — Diese Behälter besitzen zum Theil cylindrische Form und ruhen auf einem Fundamente, das in der jüngsten Zeit nicht mehr gemauert, sondern aus einer Sandschicht hergestellt ist, die ihren Abschluß durch eine Asphaltdecke findet. Außer diesen üblichen sind noch die nach dem Patent von Intze[1]) gebauten Behälter im Gebrauche (die A. Riebeck'schen Montanwerke haben deren sieben mit dem Inhalt von je 500 cbm aufgestellt), die eine abweichende Form besitzen. Fig. 90 zeigt einen solchen Behälter. Sein oberer und unterer Theil verläuft conisch und durch die Mitte geht ein cylindrischer Schlot *a* zum Besteigen des Inneren, er ist auf kreisförmigem Fundamente gelagert, der Boden bleibt daher sichtbar und der Raum unter dem Boden kann noch ausgenutzt werden. Als Vorzug dieser Bauart vor der zuerst genannten gilt einmal, daß das gemauerte Fundament weniger Raum beansprucht und billiger herzustellen ist, und zum anderen, daß die gesammte Oberfläche sichtbar und so jedes etwaige Leck leicht zu erkennen ist.

Die Oele, die zum Versandt gelangen sollen, werden entweder direct von diesen Behältern, wenn das Oel wasserfrei ist, auf Fässer gefüllt oder vorher nach kleineren Behältern befördert, um sie dort zu entwässern. In der Regel benutzt man dazu eiserne Kasten von 5 bis 20 cbm Inhalt, die, wenn sie zur Aufnahme von hellen und schweren Paraffinölen, Gasölen und Kreosotölen

[1]) D. R.-P. Nr. 24951; Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1884, S. 705.

dienen, mit auf dem Boden liegenden Schlangen- oder Rippenrohren versehen sind, die durch gespannten Dampf erwärmt werden und durch einen Condenstopf abgeschlossen sind. Die Leuchtöle hingegen dürfen nicht der Wärme ausgesetzt werden, weil ihre Farbe darunter leidet. Außerdem müssen die Behälter dafür stets aus Eisen bestehen, Blei oder mit Blei gelöthete Zinkgefäße sind nicht dazu geeignet, da die Oele das Blei angreifen, sich bräunen und ihre Leuchtkraft geschwächt wird. Ehe diese zum Versandt kommen, werden sie filtrirt, falls sie sich nicht schon durch längeres Stehen geklärt haben. Als Filtermaterial benutzt man Filterwolle oder Sägespäne. — Das Füllen der Fässer erfolgt in der Regel auf einfache Weise, zuweilen sind selbstthätige Füllvorrichtungen [1]) im Gebrauch. Diese sind so eingerichtet, daß, sobald das Faß vollgelaufen ist, sich ein kleiner, innen angebrachter Schwimmer hebt, der einen Hebel ausrückt, durch den das Zuflußventil geschlossen wird.

Fig. 90.



Als Faß verwendet man das amerikanische Barrel, das schon zum Petroleumtransport gedient hat. Nur seltener werden Glasballons zum Versandt benutzt. Je nachdem die Barrels vorher mehr oder weniger gebraucht worden sind, werden sie für das Paraffinöl oder Leuchtöl verwandt. Die Fässer werden zum Theil in der Fabrik nochmals geleimt, wozu man entweder die gewöhnlichen Sorten Leim oder das unter dem Namen „Naturgummi“ [2]) in den Handel gebrachte Surrogat nimmt. Neuerdings ist von R. Jürgensen, F. Nieß und G. Gümbel ein Patent auf einen Klebstoff, der zum Dichten von Petroleumfässern dienen soll, genommen worden [3]).

---

[1]) Vergl. Zeitschr. für Spiritusindustrie 1886, 9, 390 u. Dingl. polyt. Journ. 265, 232. Veith, Das Erdöl und seine Verarbeitung, S. 177. — [2]) Zu beziehen von Otto Liebold und Pecher & Sohn, beide in Prag. — [3]) D. R.-P. Nr. 2756.

Das Leimen der Fässer wird in folgender Weise ausgeführt. Man reinigt zunächst das Faß durch Einströmenlassen von Wasserdampf, gießt oder läßt dann aus einem Kessel 2 kg Leimlösung von 10° Bé. oder bei Anwendung von Naturgummi von 28 bis 30° Bé. einlaufen, schwenkt das geschlossene Faß gut um, läßt den überschüssigen Leim ablaufen und trocknet mit heißer Luft von etwa 80° C.

Die Barrels werden meist mit gefälligem Anstrich versehen und ist eine gute Böttcherei auf einer größeren Mineralölfabrik unerläßlich.

Als sehr zweckmäßig bei den Reparaturen haben sich die von der Firma R. Voigt in Dresden in den Handel gebrachten deutschen Faßzwickel bewährt. Es sei noch auf die Patent-Spundbohrer von E. Beyerlein in Hamburg hingewiesen, die vor den gewöhnlichen Bohrern den Vorzug verdienen, weil bei ihrem Gebrauche bei stets kreisrundem Spundloch die Abfallspäne nicht in das Faß fallen, sondern im Bohrer selbst bleiben.

Zu erwähnen sind noch die Versuche, das Mineralöl ohne Faß zu transportiren. Cazet und A. Mathey[1]) in Paris wollten dies dadurch erreichen, daß sie die Oele durch Zusatz einer Abkochung von japanesischem Moos in eine feste Masse verwandelten. Zur Abscheidung des Oeles müßte man dann die Masse unter Zusatz von Alkali erhitzen oder das Oel abdestilliren. Ein anderer Vorschlag ging dahin, die Oele durch Kochen mit Harzseife in eine Gelatine zu verwandeln. Diese Gelatine ist in der Kälte ziemlich fest, doch in der Wärme wird sie schlüpfrig und giebt Oel ab. Ganz abgesehen davon, daß schon aus diesem Grunde von einem weiteren Transporte nicht die Rede sein könnte, müßte dann die Gelatine zur Abscheidung des Oeles durch Säure zersetzt werden. Daß diesem umständlichen Verfahren der jetzt übliche Transport in Fässern vorzuziehen ist, ist leicht ersichtlich.

Wo in den Empfangsstationen die geeigneten Einrichtungen vorhanden sind, namentlich wo die Producte der Mineralölindustrie in Fabriken Verwendung finden, die an der Eisenbahn liegen, empfiehlt sich der Verkehr in Bassinwagen, die auf den deutschen Bahnen mit der Tragfähigkeit von 10000 bis 12000 kg im Verkehr sind.

Die Eigenschaften und die Verwendung der Oele.

Das leichte Braunkohlentheeröl, das Benzin, besitzt ein specifisches Gewicht von 0,780 bis 0,810, enthält nur noch Spuren von Kreosot, entflammt bei 25 bis 30° und seine Siedeanalyse zeigt folgendes Ergebniß: Anfang 100°, bis 150° C. sieden 20 Proc., bis 200°: 80 bis 100 Proc. Seine Farbe ist wasserhell mit blauer Fluorescenz. — In den meisten Fabriken wird es zur Paraffinreinigung verwendet[2]), nur zuweilen gelangt es zum Versandt unter dem Namen Photogen und wird als Leuchtöl für die Photogen-, Kamphin- oder Mineralöllampen benutzt.

---

[1]) Wagner's Jahresbericht 1880, S. 847; D. R.-P. Nr. 9984. — [2]) Siehe S. 162.

Das Solaröl[1]) wird jetzt im Gegensatz zu dem früheren Verfahren mit einem specifischen Gewicht von 0,825 bis 0,830 hergestellt, es ist in der Regel frei von Kreosot und sein Entflammungspunkt liegt zwischen 45 und 50° C. Die Farbe ist wasserhell mit blauer Fluorescenz und es siedet wie folgt: Anfang 150 bis 170°, bis 200° gehen 40 bis 50 Proc., bis 250°: 80 bis 90 Proc. über und der Rest bis 260°. Die Viscosität[2]) beträgt 1,05 bis 1,10, und es erstarrt bei — 15° C. noch nicht.

Es besteht zum größten Theil aus gesättigten Kohlenwasserstoffen der Fettreihe und enthält 5 bis 15 Proc. in Schwefelsäure von 66° Bé. lösliche Körper. Daneben sind noch bis 2 Proc. Naphtalin[3]) darin gelöst, das aber ohne Einfluß

Fig. 91.

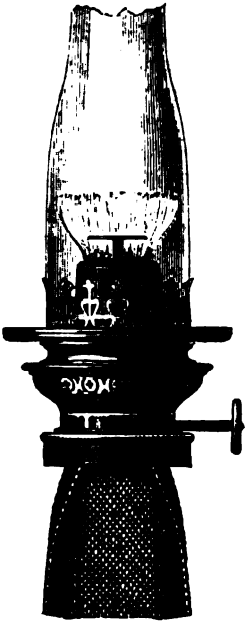
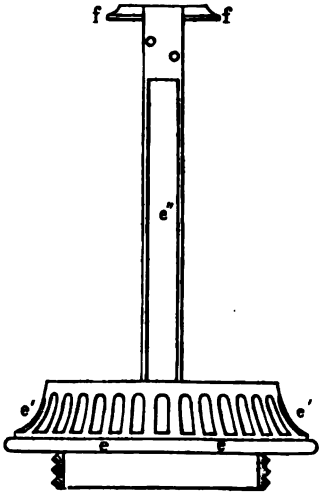


Fig. 92.



auf das Rußen des in der Lampe brennenden Oeles ist, wie an einem Solaröl, dem das Naphtalin entzogen worden war, nachgewiesen wurde. Der Schwefelgehalt des Solaröls steigt von Spuren bis zu 1 Proc.; es ist frei von Terpenen und Naphteneu. — Das Solaröl, auch deutsches Petroleum genannt, findet meist als Leuchtöl Verwendung, entweder für sich allein, oder es wird dem raffinirten Petroleum zugesetzt. Beim Brennen muß ihm, da es mehr Kohlenstoff im Verhältniß zum Wasserstoff enthält, auch mehr Luft zugeführt werden als dem Petroleum. Wird diese Bedingung erfüllt, so brennt es mit schöner weißer und nicht rußender Flamme. Man kann daher zum Solaröl keinen gewöhnlichen Petroleumbrenner benutzen, sondern muß, wie es auch für das russische Petroleum erforderlich ist, einen eigens für dieses Oel construirten anwenden. Der bewährteste Brenner

[1]) Die Bezeichnung rührt von Wagenmann her. — [2]) Im Engler'schen Viscosimeter für Petroleum bestimmt. — [3]) Siehe Capitel X.

für Solaröl ist der vom Mineralöl-Verein zu Halle a. S. unter Verwerthung eines Patentes der Lampenfabrik von Schuster und Baer in Berlin in den Handel gebrachte Solarölbrenner des Mineralöl-Vereins zu Halle an der Saale[1]). Es ist ein 14‴-Rundbrenner, bei dem die Schuster und Baer patentirte isolirte innere Luftzuführung (D. R.-P. Nr. 5874) zur Anwendung kommt. Fig. 91 (a. v. S.) stellt den Brenner dar. In Fig. 92 (a. v. S.) ist *e* der Kasten, durch dessen Oeffnungen *e'e'* die Luft durch das Luftrohr *e''* und durch die durchlöcherte Brandscheibe *f* der Flamme zuströmt und für eine vollständige Verbrennung der Oeldämpfe sorgt. Man kann auf diesen Brenner außer den conischen Mitrailleusencylinder sogar den gerade geformten Gascylinder setzen, in keinem Falle bekommt man eine rußende Flamme. In einer Petroleumlampe, die nur die für das vollständige Verbrennen der Petroleum-Kohlenwasserstoffe erforderliche Luftzuführung gestattet, rußt das Solaröl. Die Unkenntniß dieses Umstandes und die Unbequemlichkeit, sich besonderer Brenner bedienen zu müssen, sind die Hauptgründe, daß das Solaröl als Leuchtöl sich nicht der allgemeinen Beliebtheit erfreut, die es eigentlich verdient, und sein Werth in den letzten Jahren sehr gesunken ist. Sein Preis ist von dem des Petroleums abhängig und sein Wettbewerb mit diesem ist auf ein sehr enges Gebiet angewiesen, da das erzeugte Quantum mit den in Deutschland eingeführten Mengen von amerikanischem Petroleum (etwa 6000000 hkg) in keinem Verhältniß steht.

Die Bestimmung der Leuchtkraft des Solaröls ist wiederholt vorgenommen worden und das Ergebniß war stets günstig für das Solaröl im Vergleich mit dem Petroleum[2]). Grotowky's[3]) Prüfung zeigte, daß Solaröl mit dem specifischen Gewicht von 0,825 bis 0,830 bei einem stündlichen Verbrauche von 36,2 bis 38,8 g eine Lichtstärke von 11,24 bis 11,45 Normalkerzen lieferte, während amerikanisches Petroleum mit dem specifischen Gewicht von 0,793 bis 0,796 bei einem Verbrauche von 36,0 bis 39,6 g nur eine Lichtstärke von 9,40 bis 9,65 Normalkerzen gab. Wird Solaröl in der beschriebenen Lampe verbrannt, so erzeugen 50 bis 55 g[4]) eine Lichtstärke von 18 bis 20 Normalkerzen, während Petroleum, unter denselben Bedingungen gebrannt, nur eine Lichtstärke von 14 Normalkerzen giebt. Noch vortheilhafter gestalten sich die Verhältnisse für das Solaröl, wenn man seinen viel niedrigeren Preis im Vergleiche mit dem Petroleum berücksichtigt.

Für die Eigenschaft des Solaröls als gutes Leuchtöl spricht auch seine Viscosität, die die von gutem Petroleum kaum übertrifft. Engler und Lewin[5]) haben nachgewiesen, daß die Viscosität eines Leuchtöls direct proportional der Schnelligkeit des Aufsteigens im Docht ist. Ist die Viscosität groß, so wird der Flamme nicht genügend Material zugeführt und der Docht-

---

[1]) Zeitschr. f. d. Paraffin-, Mineralöl- u. Braunkohlenindustrie 1880, S. 38. — [2]) Rither, Die Industrie der Mineralöle von Perutz, S. 111. Zinken, ebendaselbst S. 104. Zängerle, Wagner's Jahresbericht 1862, S. 719. Buchner, Die Industrie der Mineralöle von Perutz, S. 112. — [3]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, Lief. 6. — [4]) Verbrauch in einer Stunde. — [5]) Dingl. polyt. Journ. 261, 84. Veith, Das Erdöl und seine Verarbeitung, S. 292.

rand verkohlt. Folgende Zahlen geben in dieser Beziehung das Verhältniß des Solaröls zu dem Petroleum an:

	Specif. Gew.	Viscosität	Zeit des Aufstiegs in Minuten bis 10 cm	bis 15 cm
Nr. 1 Solaröl . . .	0,830	1,09	3,50	8,5
„ 2 Kaukas. Brennöl	0,825	1,04	3,50	8,5
„ 3 Amerik. Brennöl	0,800	1,08	4,00	11,0

Von diesen drei Sorten Oel bei gleichem specifischen Gewicht übertrifft das sächsische Solaröl an Güte die anderen:

	Specif. Gew.	Viscosität	Zeit des Aufstiegs in Minuten bis 10 cm	bis 15 cm
Nr. 1	0,830	1,09	3,50	8,5
„ 2	0,830	1,11	4,08	10,5
„ 3	0,830	1,40	6,50	16,5
Nr. 1	0,825	1,04	3,00	7,5
„ 2	0,825	1,08	3,50	8,5
„ 3	0,825	1,32	6,00	15,5

Die deutschen Petroleummarken gaben folgende Resultate:

Oelheimer Brennöl .	0,819	1,13	3,75	9,5
Pechelbronner Brennöl	0,809	1,17	4,00	11,5

In den letzten Jahren ist das Solaröl an Stelle des Petroleums zuweilen für die Motoren [1]) verwendet worden. Es ist dabei natürlich auf den höheren Entflammungspunkt Rücksicht zu nehmen, im Uebrigen bietet es zu diesem Zwecke vollständig Ersatz für das Petroleum. Der höhere Entflammungspunkt gewährt eine meist erwünschte größere Sicherheit für das Lagern des Motorenöls.

Auch zur Rußfabrikation ist das Solaröl sehr geeignet. Es giebt, wie Thalwitzer festgestellt hat, 25 Proc. vom feinsten Lampenruß, während man aus dem Petroleum nur 20 Proc. erhält [2]).

Zu allen anderen Verwendungen, die für das Petroleum gelten, kann auch das Solaröl dienen. Erwähnenswerth erscheint noch, daß es als Vertilgungsmittel gegen die Reblaus mit Erfolg benutzt worden ist.

Die hellen Paraffinöle, die je nach Farbe, specifischem Gewicht und Siedepunkt unter den Namen Putzöl, Gelböl und Rothöl in den Handel kommen, besitzen ein specifisches Gewicht von 0,850 bis 0,880 und eine Farbe, die von Gelblich über Strohgelb zum Roth übergeht. Der Kreosotgehalt beträgt 0,1 bis 1 Proc. Nach ihrer Siedeanalyse enthalten sie keine unter 200° siedenden Antheile und lassen 20 bis 75 Proc. unter 250° sieden, während bis 300° alles übergeht oder ein Rest von 10 bis 20 Proc. zurückbleibt. Die Viscosität [3]) schwankt in der Regel zwischen 1,2 und 1,5 und der Entflammungs-

---

[1]) Ueber Motoren vergl. Veith, Das Erdöl und seine Verarbeitung, S. 373 u. f. — [2]) Köhler, Die Fabrikation des Rußes und der Schwärze, S. 67. — [3]) In dem Engler'schen Viscosimeter für Schmieröle bestimmt.

punkt zwischen 90 und 110° C. Die Oele erstarren bei — 10 bis — 15° C. und enthalten je nach der Herstellungsweise 20 bis 40 Proc. in Schwefelsäure von 66° Bé. lösliche Körper; schon das niedrigst siedende davon, das Putzöl, ist frei von Naphtalin. Geringe Mengen von Paraffin (bis zu 0,5 Proc.) sind zuweilen in diesen Oelen gelöst. — Die Oele mit niedrigem specifischen Gewicht finden als Putzöle und als Extractionsöle, z. B. in der Chininfabrikation, Verwendung, während sie alle als Gasöle oder zur Herstellung von feineren Wagenfetten dienen. Zuweilen wird auch das raffinirte Gelböl den Schmierölen aus der Petroleumindustrie zugesetzt. Mit minderwerthigerem Lampenöl vermischt oder für sich wird es in offenen Kreisellampen verbrannt. Ein Verfahren, die Paraffinöle in der Zuckerfabrikation zum Decken von Krystallen zu verwenden, ist nur probeweise in der Zuckerfabrik Waghäusel angewandt worden. Schon der durchdringende Geruch des Oeles mußte einer größeren Ausnutzung dieses Patentes [1]) im Wege stehen.

Als Gasöl (dunkles Paraffinöl) wird ein Paraffinöl mit einem specifischen Gewicht von 0,880 bis 0,900 bezeichnet, das eine rothbraune Farbe mit blauer Fluorescenz besitzt, 1 bis 2 Proc. Kreosot enthält und dessen Viscosität 1,5 bis 2,5 beträgt. Es entflammt zwischen 100 und 120° C. und seine Siedeanalyse ist folgende: Anfang 220 bis 250°, bis 250° sieden 5 bis 15 Proc., bis 300°: 40 bis 60 Proc. Sein Erstarrungspunkt liegt je nach dem Paraffingehalt bei 0 bis — 5° und es enthält 20 bis 50 Proc. in Schwefelsäure von 66° Bé. lösliche Körper.

Es findet in der Regel zur Herstellung von Oelgas Verwendung [2]). Außerdem kann es auch zur Wagenfettfabrikation benutzt werden. Dieses Oel, sowie die hellen Paraffinöle, eignet sich, wie die Versuche [3]) gelehrt haben, sehr gut als Heizmaterial, vor allem für Kesselanlagen. Es wird zu diesem Zwecke in der Forsunka durch Dampf zerstäubt. Der vom sächsisch-thüringischen Kesselverein angestellte Versuch mit einem Gasöl von dem specifischen Gewicht 0,893 ergab Folgendes [4]). Der benutzte Kessel hatte bei 8,318 m Länge 1,726 m Durchmesser und 0,837 m Flammrohrweite, 46 qm Heizfläche und 1,75 qm totale Rostfläche. Die benutzte Forsunka besaß eine lichte Weite von 25 mm; der Versuch dauerte 5 Stunden und 30 Minuten und wurden 3890 kg Wasser, dessen Temperatur 22° C. betrug, verdampft und 448 kg Oel verbraucht. Mit 1 kg Oel wurden demnach 8,68 kg Wasser von 22° C., oder auf Wasser von 0° bezogen, 8,52 kg in Dampf von 3,4 Atm. Ueberdruck verwandelt. — Der theoretische Heizwerth des Oeles berechnet sich auf 9100 Cal. und die durch 1 kg Oel nutzbar gemachte Wärmemenge beträgt 5430 Cal., demnach 59,7 Proc. vom theoretischen Heizwerth. Bei dem Versuche wurden in der Stunde 60 kg Dampf von 3,4 Atm. und 81,4 kg Oel in der Forsunka verbraucht. Ein Parallelversuch mit Braunkohle als Heizmaterial zeigte, daß mit 1 kg Braunkohle 1,41 kg Wasser von 0° in Dampf von 100° verwandelt und demnach 899,2 Cal. nutzbar gemacht wurden. — Im Allgemeinen ist im

[1]) Seyferth: D. R.-P. Nr. 48967. — [2]) Siehe Cap. XII. — [3]) Reinicke, Ueber die Oelfeuerung; Jahresber. d. Techn.-Vereins der sächsisch-thüring. Mineralölindustrie 1888, S. 10. — [4]) Jg. Lew, Ueber Feuerungen mit flüssigen Brennmaterialien; Dingl. polyt. Journ. 272 (Hft. 8, 9 u. 10).

Interesse der Mineralölfabriken wohl nur zu wünschen, daß die Marktlage sie nicht nöthigen möge, diese Producte für den geschilderten Zweck anzuwenden, da eine höhere Verwerthung als ungefähr 2 Mk. für 1 hkg sich wohl kaum herausrechnen lassen wird.

Das rohe Fettöl besitzt ein specifisches Gewicht von 0,900 bis 0,910, enthält 1 bis 2 Proc. Kreosot und sein Entflammungspunkt liegt zwischen 110 und 130° C. Es hat eine rothbraune Farbe, eine Viscosität von 2,0 bis 2,5 und zeigt folgende Siedeanalyse: Anfang 240 bis 260°, bis 250° sieden 0 bis 5 Proc., bis 300° 25 bis 35 Proc. Da es noch Paraffin enthält (1 bis 2 Proc.), so liegt sein Erstarrungspunkt in der Regel schon bei 0° C. oder einige Grade darüber. — Es wird gewöhnlich zur Herstellung von Wagenfett oder als Zusatz zu Schmierölen benutzt, bisweilen dient es auch als Gasöl.

Das raffinirte Fettöl hat eine gelbe Farbe und ist frei von Kreosot, sein specifisches Gewicht ist etwas niedriger, 0,890 bis 0,905, als das des rohen Oeles. Die übrigen Eigenschaften hat es dagegen mit diesem gemein und findet auch analoge Verwendung.

Das schwere Paraffinöl hat ein specifisches Gewicht von 0,905 bis 0,930, es enthält 1 bis 3 Proc. Kreosot und seine Viscosität ist 2,0 bis 4,5. Es entflammt bei 115 bis 130° C. und siedet wie folgt: Anfang 220 bis 250°, bis 250°: 0 bis 5 Proc., bis 300: 10 bis 20 Proc. Seine Farbe ist dunkelbraun, bisweilen mit grüner Fluorescenz. Es enthält noch geringe Mengen von Paraffin, das keine ausgeprägte krystallinische Structur zeigt. — Es findet meist bei der Wagenfettfabrikation Verwendung, kann aber auch wie die leichteren Paraffinöle als Heizmaterial dienen. — Die Paraffinöle, besonders das zuletzt angeführte, werden zuweilen als Mittel gegen Kesselsteinbildung dem Kesselspeisewasser zugesetzt. Sie bewähren sich hierbei bekanntlich ebenso gut, wie die Petroleumproducte [1]).

Das Kreosotöl, dessen specifisches Gewicht 0,940 bis 0,980 beträgt, enthält 40 bis 80 Proc. in Natronlauge von 38° Bé. lösliche Antheile und ist zum größten Theil in Schwefelsäure von 66° Bé. löslich. Es zeigt folgende Siedeanalyse: Anfang 150°, bis 200° gehen etwa 5 Proc., bis 250° etwa 33 Proc. und bis 300° etwa 66 Proc. über; Paraffin tritt noch ungefähr 50 Proc. auf. — Es wird zur Herstellung von Ruß benutzt, zum Imprägniren von Holz verwandt oder in der Forsunka verbrannt [2]). Sein Desinfectionswerth ist wohl dem der entsprechenden Oele der Steinkohlentheerdestillation gleich, nur ist sein von Schwefelverbindungen herrührender widriger Geruch bisher einer weitergehenden Verwendung hinderlich gewesen.

Die allgemeinen Eigenschaften der Oele.

Die Braunkohlentheeröle nehmen an der Luft Sauerstoff auf und kann man durch Alkalien die Oxydationsproducte daraus entfernen. Sie theilen ferner mit anderen flüssigen Kohlenwasserstoffen, wie Terpentinöl und Petroleum,

[1]) Chem.-Ztg. 1894, S. 864. — [2]) Behrigs, Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1888, S. 8.

die Eigenschaft, daß sie außer den Sauerstoff aufzunehmen, ihn in der über dem Oele sich befindenden Luft in Ozon verwandeln [1]). Diese Beobachtung wurde durch eingehende Versuche von Grotowsky [2]) bestätigt. Er benutzte Photogen und Solaröl dazu und fand, daß die Ozonbildung am stärksten auftrat, wenn das Oel in Gefäßen aus weißem, blauem oder grünem Glase aufbewahrt wurde, dagegen war sie am schwächsten bei Anwendung von rothem, gelbem oder schwarzem Glase. Das specifische Gewicht des so aufbewahrten Solaröls aus dem weißen Glasgefäße war um 0,003 gestiegen; das Oel sah gelb aus, hatte einen eigenthümlichen sauren Geschmack angenommen und brannte in der Lampe sehr schlecht. Die Korke, mit denen die Gefäße geschlossen waren, hatten ein Aussehen erhalten, als ob sie mit Chlor gebleicht worden wären.

Schneller geht die Oxydation vor sich, wenn man Ozon durch die Oele leitet [3]). Während z. B. ein Oel vor dieser Behandlung 0,2 Proc. in Alkalien lösliche Bestandtheile besitzt, steigen diese im ozonisirten auf 1,8 Proc. Als weitere Einwirkung kann eine dunklere Farbe und ein angenehmerer, milderer Geruch als vorher beobachtet werden.

Der elektrische Strom ist ohne Einwirkung auf den Braunkohlentheer und seine Destillate. Sämmtliche Producte sind als gute Isolatoren anzusehen [4]). Durch den elektrischen Funken tritt theilweise Verbrennung ein, die sich durch Ausscheidung von fein vertheilter Kohle zu erkennen giebt. Während das Oel dadurch eine dunklere Farbe annimmt, bleibt der Geruch derselbe. — Stille Entladung ist auf die Oele ohne jede Einwirkung. — Sämmtliche Braunkohlentheeröle sind schlechte Wärmeleiter; ihre specifische Wärme liegt je nach dem specifischen Gewichte zwischen 0,40 und 0,55. — Als Brechungsexponenten sind folgende Zahlen gefunden:

Für das helle Paraffinöl	1,4886
„ schweres Rothöl (rohes Fettöl) . .	1,4999
„ dunkles Paraffinöl (Gasöl) . . .	1,5039
„ Kreosotöl	1,5058

demnach steigt mit zunehmendem specifischen Gewicht der Brechungsexponent.

II. Das Kreosotnatron und das Kreosot.

Außer den angeführten Oelen, die als fertige Producte die Mineralölfabrik verlassen, werden als flüssige Erzeugnisse noch Kreosotnatron und rohes Kreosot abgegeben. — Das Kreosotnatron, das unverdünnt annähernd zur Hälfte aus Kreosot besteht, findet als Imprägnirmittel für Grubenhölzer in der Provinz Sachsen Verwendung, da eine Vorschrift des Königlich Preußischen Ober-

[1]) Schönbein, Journ. f. prakt. Chemie 1866, 98, 264; 100, 469 und 102, 145. — [2]) Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, Lief. 6. — [3]) Scheithauer, Einwirkung des Ozons auf Braunkohlentheeröle; Jahresber. d. Techn.-Vereins der sächsisch-thüring. Mineralölindustrie 1889. — [4]) Scheithauer, Elektrolytische Untersuchungen; Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1889.

bergamts in Halle a. S. das Kreosotöl seiner Brennbarkeit halber von diesem Gebrauche ausschließt. Jedenfalls empfiehlt es sich, bei der Anwendung zu dem gedachten Zwecke dem Kreosotnatron mindestens das gleiche Gewicht Kreosot beizumischen, und dann bleibt noch seine Benutzung wegen der Einwirkung des Natrons auf die Holzfaser nicht unbedenklich. Zur Imprägnirung der Grubenhölzer sind die für die Eisenbahnschwellen üblichen Apparate im Gebrauch, die im Wesentlichen darauf beruhen, daß in den geschlossenen Kesseln, die die zu imprägnirenden Hölzer enthalten, zunächst ein Vacuum erzeugt und dann die Imprägnirflüssigkeit unter höherem Druck in die Hölzer eingepreßt wird [1]).

Aus dem Kreosotnatron läßt sich durch sorgfältiges Entölen, das im Wesentlichen durch starke Verdünnung mit Wasser zu erzielen ist, nach vorausgehender, besonders geleiteter Verdampfung des zugesetzten Wassers bis zu 28° Bé., unter Vermeidung jeder Zersetzung, ein reines Product herstellen. Dieses muß in Wasser, ohne Opalisiren, klar löslich sein und besitzen ein- bis fünfprocentige Lösungen einen hohen Desinfectionswerth. Cholerabacillen z. B. werden in der einprocentigen Lösung sofort getödtet. Bei der wachsenden Beliebtheit ölfreier, rein wasserlöslicher Desinfectionsmittel eröffnet sich hier vielleicht den Mineralölfabriken ein Absatzgebiet.

Das rohe Kreosot enthält bis 30 Proc. Wasser, wenig Oel und ist fast vollständig in Natronlauge von 38° Bé. löslich. Es wird entweder roh als gewöhnliches Desinfectionsmittel benutzt oder in dazu eingerichteten Fabriken weiter gereinigt. Auch eignet es sich zum Verbrennen in der Forsunka, wie Reinicke bewiesen hat.

III. Der Asphalt und der Goudron.

Ferner sind als Verkaufsproducte der Asphalt, Braunkohlenpech, und der Goudron anzuführen.

Der Asphalt kommt in losen Blöcken oder in Fässern und in den Blechhülsen, worin das Aetznatron nach der Fabrik geliefert wird, und der Goudron nur in Fässern zum Versandt.

Der Asphalt ist spröde, besitzt muscheligen Bruch und glänzendes tiefschwarzes Aussehen. Er wird dem natürlichen Asphalt zugesetzt. Die beste Qualität davon löst sich in Terpentinöl und dient zur Herstellung von Lacken.

Der Goudron gelangt in wechselnden Qualitäten in den Handel, was davon abhängt, ob er der Destillationsrückstand reiner Theeröle oder der von Mischereiproducten ist. Der Goudron besserer Qualität ist geruchlos und vollkommen in leichten und schweren Paraffinölen löslich, während der Goudron minderwerthiger Qualität diese Eigenschaften nicht in so ausgesprochenem Maße besitzt. Die Farbe beider Arten ist rein schwarz ohne braune Streifen, die von Oelspuren herrühren. Beide sind, mit weichem Brote vergleichbar, zwischen den Fingern zu kneten und in Gefäße gedrückt nimmt die Masse später ihre

[1]) Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle und in den angrenzenden Staaten, S. 161 u. 162.

ursprüngliche Gestalt wieder an. Als Oelgoudron sieht man eine weichere Sorte an, deren Farbe gleichfalls schwarz ist, aber einen matten Glanz besitzt. — Verwendung finden diese Producte namentlich als Zusatz zu den Rohproducten der Fabriken für Asphaltpflaster und Holzcement zu Isolirzwecken bei Bauten. Zur Dachpappenfabrikation ist der Goudron weniger geeignet, da er in der Sonne erweicht; auch als Zusatz zu Steinkohlenbrikets hat er bisher eine größere Verwendung nicht statt gefunden.

IV. Die Stickstoffbasen.

Die Herstellung reiner Theersäuren ist bis jetzt im fabrikativen Maßstabe nicht geschehen, und erscheint dies Gebiet wenig aussichtsvoll.

Die Gewinnung gereinigter Stickstoffbasen dagegen ist von mehreren Fabriken betrieben worden. Anlaß dazu gab die Verwendung der Pyridinbasen zum Denaturiren des Spiritus nach dem Reichsgesetze vom 24. Juni 1887. In Folge der verschärften Bedingungen, denen sie wegen ihres geringen Gehalts an Pyridin nicht mehr genügen konnten, denn die Reihe der Basen beginnt im Wesentlichen mit den beiden Picolinen, verloren die aus dem Braunkohlentheer hergestellten Basen sehr bald diesen Theil des Marktes. Da sonst nur wenig Anwendung von ihnen gemacht wird — erwähnt sei die zur Reinigung des Anthracens (D. R.-P. Nr. 42 053) — hat auch die Fabrikation der Stickstoffbasen in der Mineralölindustrie größere Ausdehnung nicht gefunden. Als Handelsartikel kommen nur die bis 200° und die von 200 bis 250° siedenden in Betracht; die ihrer Menge nach überwiegenden höher siedenden Basen sind überhaupt noch nicht isolirt worden.

V. Das Paraffin.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf die festen Kohlenwasserstoffe, die aus dem Braunkohlentheer und anderen bituminösen Stoffen gewonnen und in dem Handel und in der Technik gewöhnlich als Paraffin bezeichnet werden. Ueber Paraffine im chemisch wissenschaftlichen Sinne siehe Capitel X.

Die Eigenschaften.

Im gereinigten Zustande sind diese Producte fest, von krystallinischer Structur, durchscheinend mit einem bläulichen Ton, geschmacklos, geruchlos, farblos und fühlen sich nicht fettig, sondern schlüpfrig trocken an. Die härteren Sorten von Paraffin sind klingend und auf der Oberfläche glänzend, die weicheren sind klanglos und stumpf. Aus schweren Theerölen krystallisirt es in schönen Tafeln und Blättchen, mit leichten bildet es in gesättigter Lösung eine gelatinöse Masse. Ferner ist es löslich in Benzol [1]), Chloroform, Aether, Schwefelkohlenstoff [2])

[1]) Die Löslichkeit des Paraffins in Benzol nimmt mit der Temperatur ab, wie Vogel für solches von 48° Schmelzpunkt nachwies (Dingl. polyt. Journ. 164, 221). — [2]) Ein Theil Schwefelkohlenstoff löst bei 20 bis 25° einen Theil Paraffin.

und in allen flüchtigen und fetten Oelen. In Amylalkohol und heißem Aethylalkohol ist es nur theilweise löslich, in reinem, kaltem Aethylalkohol dagegen unlöslich. Mit Walrath, Wachs, Stearin, Harzen, thierischen und vegetabilischen Fetten läßt es sich zusammenschmelzen.

Gegen Säuren und Basen ist das Paraffin bis zu einem gewissen Grade indifferent, es widersteht der Einwirkung der Flußsäure, nur von Salpetersäure und Chromsäure wird es, wie später ausführlich geschildert werden wird, oxydirt.

Der Schmelzpunkt des Paraffins schwankt zwischen 27 und 62° C. Die Sorten unter 50° Schmelzpunkt führen den Namen Weichparaffine und die mit höherem Schmelzpunkt heißen Hartparaffine. Das Paraffin entzündet sich bei 160 bis 165° C. und verflüchtigt sich bei 350 bis 400° C. Seine specifische Wärme fand Bolley zu 0,683. Es leitet die Elektricität und die Wärme nicht.

Für das specifische Gewicht[1]) des Paraffins aus dem Braunkohlentheer, bei gewöhnlicher Temperatur bestimmt, fanden Albrecht und Grotowsky folgende Werthe:

Schmelzpunkt des Paraffins	Albrecht[2])	Grotowsky[3])
37,5° C.	—	0,874
38° „	0,869 bis 0,872	—
42,5° „	—	0,879
43° „	0,882 bis 0,883	—
45° „	—	0,880
46° „	0,883 bis 0,887	—
47° „	0,893 bis 0,900	—
51° „	0,908	—
52° „	—	0,898
56° „	0,910 bis 0,912	0,913
58° „	—	0,915

Grotowsky[3]) bestimmte ferner die specifischen Gewichte von verschiedenen Paraffinen im geschmolzenen Zustande und sind die Ergebnisse in folgender Tabelle zusammengestellt:

Bestimmungstemperatur	Schmelzpunkt des Paraffins 27°	34°	37½°	42½°	45°	52°	56°	58° C.
81¼° C.	—	—	—	—	—	—	—	0,765
75° „	—	—	—	—	—	0,765	—	0,769
68¾° „	—	—	0,759	0,764	0,766	0,769	0,773	0,773
62½° „	—	—	0,762	0,768	0,770	0,773	0,777	0,777
58¾° „	—	—	—	—	—	—	—	0,781
56¼° „	—	—	0,766	0,772	0,774	0,777	0,781	—
50° „	—	0,776	0,770	0,776	0,778	—	—	—
47½° „	—	—	—	—	0,781	—	—	—
43¾° „	0,771	0,779	0,774	0,780	—	—	—	—
37½° „	0,775	—	0,779	—	—	—	—	—

[1]) Vergl. Wagner's Jahresber. 1867, S. 714. — [2]) Dingl. polyt. Journ. **218**, 280. — [3]) Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen **24**, 392.

Weinstein[1]) fand bei einer Bestimmungstemperatur von 100° C. folgende specifischen Gewichte für verschiedene Paraffine:

Schmelzpunkt	specifisches Gewicht
42°	0,7452
50°	0,7512
54°	0,7527
58°	0,7536

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß die Dichten der Paraffine mit dem Schmelzpunkte steigen, und daß die Ausdehnung des Paraffins beim Uebergange vom festen in den flüssigen Zustand etwa $^1/_7$ bis $^1/_9$ seines Volumens beträgt. Es bleibt dabei gleich, ob man das Paraffin durch Schmelzen oder durch Lösen im Oel in diesen Zustand überführt, daher steigt auch das specifische Gewicht eines paraffinhaltigen Paraffinöls, wenn ihm das Paraffin entzogen wird.

Destillirt man Paraffin bei gewöhnlichem Luftdruck, wie es z. B. Hübner[2]) mit solchem von 52° C. Schmelzpunkt that, dann erhält man anfangs Oel und dann allmälig härter werdende Paraffine. Hübner bekam solches von 46, 46,5° und zum Schluß von 48° Schmelzpunkt. Es hinterbleibt ein kokiger Rückstand. Nur wenig Rückstand resultirt, und nur geringe Zersetzung tritt ein, wenn die Destillation unter Luftabschluß, z. B. im Kohlensäurestrome oder im Vacuum vorgenommen wird. Beim Erhitzen des Paraffins unter Druck im geschlossenen Rohr fanden Thorpe und J. Young[3]), daß sich ein Gemenge von niedrig siedenden flüssigen, gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen bildete. Es wurden Pentan, Hexan, Heptan, Amylen u. a. isolirt[4]).

Tuchschmidt[5]) untersuchte die Einwirkung der Hitze auf das Paraffin. Er benutzte solches aus dem Braunkohlentheer vom Schmelzpunkte 53°, das aus 85,61 Proc. Kohlenstoff und 14,69 Proc. Wasserstoff bestand. Wurde es längere Zeit an der Luft auf etwa 150° C. erhitzt, so färbte es sich allmälig braun, verminderte sein Volumen und bildete zuletzt einen zähen, braunen, teigartigen Körper, der etwa die Hälfte des angewandten Paraffins betrug. Daraus konnte mit Aether das unveränderte Paraffin ausgezogen werden. Der Rest war in Aether und Alkohol unlöslich und löste sich nur wenig in Benzol, er stellte eine dunkelbraune, weiche, kautschukartige, elastische Masse dar, die bei 100° gelatinös wurde. Die Elementaranalyse ergab: 70,04 Proc. Kohlenstoff, 10,25 Proc. Wasserstoff und 11,72 Proc. Sauerstoff. Demnach ist also dieser Körper durch Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft gebildet worden. — Wird Paraffin dagegen im geschlossenen Glasrohre lange Zeit auf 150 bis 200° erhitzt, so verändert es sich nicht.

---

[1]) Chemiker-Ztg. 1888, S. 875 u. 894. — [2]) Bericht über die erste Versammlung des Vereins für Mineralölindustrie 1863. — [3]) Chem. News 1871, Nr. 590. p. 124 u. 1872, Nr. 660, p. 35. — [4]) Das Ausgangsmaterial bestand aus 85,44 Proc. Kohlenstoff und 14,81 Proc. Wasserstoff. — [5]) Schweiz. polyt. Zeitschr. 1868, S. 65; Dingl. polyt. Journ. 190, 121.

Daß Paraffin Sauerstoff absorbirt, wies später auch Jazukowitsch[1]) nach, indem er es längere Zeit bei 120° C. dem Einflusse der Luft oder des Sauerstoffs selbst aussetzte. Auf diesen Umstand ist auch zum Theil die Thatsache zurückzuführen, daß beinahe sämmtliche im Handel vorkommende Paraffine sauerstoffhaltig sind[2]).

Ein anderer Grund für diese Erscheinung kann in der unvollkommenen Destillation des Theers liegen, so daß im Paraffin noch unzersetztes Bitumen enthalten ist. Dieser Ansicht neigt auch Grotowsky zu, dessen Analyse von Paraffin ergab: 82,41 Proc. Kohlenstoff, 14,16 Proc. Wasserstoff und 3,43 Proc. Sauerstoff[3]). Da jetzt, wie wir gesehen haben, in der sächsisch-thüringischen Industrie die Destillation der Schweelkohle fast ausschließlich in stehenden Schweelöfen vorgenommen wird, so ist die Möglichkeit, daß das Paraffin noch unzersetztes Bitumen enthält, wohl ausgeschlossen, während es in früheren Jahren, als man noch in liegenden Retorten bei niedriger Temperatur schweelte und einen bitumenreichen Theer gewann, vorgekommen sein kann, daß ein geringer Theil dieses Bitumens während der Theerdestillation nicht zersetzt, sondern in das Paraffin mit aufgenommen wurde. Jetzt muß man an ein gutes Handelsparaffin die Forderung stellen, daß es nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehe.

Die Verwendung.

Die härteren Paraffinsorten werden, wenn sie zum Versandt gelangen sollen, in Formen, die etwa 1 kg fassen, gegossen. Diese Formen schwimmen auf kaltem Wasser und werden, sobald das Paraffin darin soweit abgekühlt ist, daß es dem Eindringen des Wassers widersteht, untergetaucht. — Die weicheren Sorten gießt man, da sie nur schwer aus den Formen nach dem Erkalten entfernt werden können, in einer etwa 3 cm starken Schicht auf das Wasser und schneidet dann Tafeln von gewünschter Größe. — Die weichesten Paraffinsorten kommen in der Regel nur unvollkommen raffinirt in den Handel. Die Schuppen, wie sie die stehenden Pressen liefern, werden entweder direct oder nach einmaligem Aufschmelzen mit Benzin und darauf folgendem Pressen in Fässer gestampft.

Außer zum Kerzenguß, wozu das Paraffin die ausgedehnteste Verwendung findet, benutzt man es zum Tränken von Schwämmen und Papier, als Appreturmittel für Leder, Gewebe und gedrehte Gegenstände aus vegetabilischer und thierischer Faser entweder im reinen Zustande oder in Oelen gelöst oder mit Wachs, Stearin und verwandten Stoffen gemischt. Es dient als Ueberzug zum Schutze gegen Säuren und Alkalien, als Isolirschicht bei leicht oxydirbaren Körpern. Ferner benutzt man es in der Schwefelholzfabrikation zum Tränken der Hölzer, in der Zuckerfabrikation[4]) an Stelle der Butter in den Saturations-

[1]) Journ. d. russ. chem. Gesellsch. 1875, 7, 260; Berl. Berichte 1875, S. 768 u. 938. — [2]) E. Lippmann u. J. Hawliczek, Berl. Berichte 1879, S. 69; Wagn. Jahresber. 1879, S. 1168. — [3]) Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, Lief. 6. — [4]) E. Soltmann, Zeitschr. d. Vereins f. Rübenzuckerindustrie 1866, S. 547.

pfannen und in der Spielwaarenfabrikation zu dem wachsartigen Ueberzuge der Puppenköpfe. Auch dient niedrig schmelzendes Paraffin zum Satiniren und Poliren der Glanzpapiere, wobei es mit Thon vermengt wird. Ferner kann man das Paraffin zur Aufnahme von Pflanzengerüchen, wie Veilchen [1]), verwenden und als Waschmittel benutzen, da es, wie die Versuche gelehrt haben, reinigend auf die Wäsche wirkt und dadurch an Seife gespart werden kann. Das von England als englisches Waschparaffin in den Handel gebrachte Präparat besteht aus Weichparaffin von 42,5° Schmelzpunkt. Thede [2]) fand es frei von jeder Beimengung, während ein anderes nach unseren Untersuchungen mit einer geringen Menge des zum Bläuen der Wäsche dienenden Ultramarinblau versetzt war und daher einen bläulichen Schein besaß. In der Glasbläserei wird das Paraffin zur Beschickung der Lampen und in der Hartglasfabrikation zu Kühlbädern benutzt. Bei elektrischen Leitungen kann es als Isolator dienen. Im chemischen Laboratorium ist es zur Darstellung von Schwefelwasserstoff zu gebrauchen, indem man es mit Schwefelblumen mischt und das Gemisch erhitzt; außerdem bildet es Ersatz für die Oelbäder. Als weitere Verwendungen des Paraffins wurden folgende vorgeschlagen [3]). Man wollte an Stelle des theureren Cedernholzes, das die Außenhülle der Bleistifte bildet, gepreßte Papierhülsen nehmen und diese in Paraffin tauchen. Das Paraffin dringt in die Poren des Papiers ein und verleiht ihm die Eigenschaft, sich ebenso leicht wie Holz schneiden zu lassen. — Paraffin und ähnliche wachsartige Kohlenwasserstoffe sollen nach einem englischen Patente durch Zusatz von 3 Proc. Schwefel gehärtet und dann als Ersatz für Kautschuk benutzt werden.

Die Verkaufsproducte der schottischen Industrie.

Um die Oele, die zum Verkauf gelangen sollen, versandtfertig zu machen, werden sie in flache, schmiedeeiserne Kasten gebracht, die etwa 4 m lang, 1 m breit und 60 cm hoch sind. Unter diesen Gefäßen befindet sich eine Dampfschlange, die aber nicht an dem Boden liegen darf, da die Oele, wenn sie mit heißen Flächen in Berührung kommen, ihre Farbe ändern und dunkel werden. Man läßt das Oel bei einer Temperatur von 35 bis 40° C. stehen, bis es blank geworden ist, dann wird es durch einen Hahn, der in einiger Entfernung von dem Boden angebracht ist, auf Fässer gefüllt. Das aus dem Oele abgeschiedene Wasser wird am Boden abgezogen.

Als Verkaufsproducte von den Oelen sind anzusehen: 1. Das Leuchtöl I (Burning-Oil I), das ein specifisches Gewicht von 0,800 bis 805 besitzt, hat eine wasserhelle Farbe mit blaugrüner Fluorescenz, die zuweilen bei nicht genügender Raffination nachdunkelt, und einen angenehmen Geruch. Es stellt die erste Sorte von Leuchtöl dar. 2. Das Leuchtöl II (Burning-Oil II) ist aus schwererem und leichtem Leuchtöl zusammengesetzt, wiegt 0,815 bis 820 specifisch und ist bei schwach gelblicher Farbe im Geruche dem Leuchtöl I gleich. Es wird als

[1]) Liebermann, Dingl. polyt. Journ. 233, 350. — [2]) Pharm. Centralhalle 1890, S. 605. — [3]) Chem.-Ztg. 1889, S. 269.

zweite Sorte Leuchtöl betrachtet. 3. Die Mittelöle (Intermediate I u. II) schwanken im specifischen Gewicht von 0,850 bis 0,880 und sind die eigentlichen Gasöle der schottischen Industrie. Ihre Farbe ist gelb bis roth. 4. Die Schmieröle (Lubricating-Oils) haben ein specifisches Gewicht von 0,890 bis 0,900, besitzen eine gelbe Farbe und sind als Schmieröle mittlerer Qualität anzusehen. — Außer diesen Oelen kommen noch Leuchtthurmöl und Marineöl, ferner die als Blauöl und Grünöl bezeichneten Paraffinöle zum Versandt, deren S. 126 Erwähnung gethan worden ist. Das Blauöl und das Grünöl finden in der Regel als Gasöle Verwendung.

Das Paraffin der schottischen Industrie ist, wenn es auf die gleiche Weise wie das der sächsisch-thüringischen Industrie hergestellt worden ist, in seinen Eigenschaften diesem gleich. Das durch andere Fabrikationsmethoden gereinigte Paraffin zeigt ein abweichendes Verhalten, was schon S. 180 hervorgehoben worden ist. — Es findet die gleiche Verwendung zum Kerzenguß u. s. w. wie das sächsisch-thüringische Product.

Die Verkaufsproducte der Messeler Industrie.

Von den Oelen kommt im Wesentlichen nur das Gasöl in Betracht. Sein specifisches Gewicht scheint zwischen 0,860 und 0,880 zu schwanken, es enthält in der Regel nicht unwesentliche Mengen von Paraffin und muß als ein gutes Gasöl angesehen werden [1]). Die S. 128 angeführten Producte Putzöl-Fettöl, Spindelöl und Schmieröl werden nur in geringen Mengen fabricirt. Die Schmierfähigkeit der beiden zuletzt genannten Oele ist nur gering.

Das Paraffin scheint, wie schon erwähnt, zum größten Theile als Halbfabrikat abgegeben zu werden.

Die Eigenschaften der Schweeltheerproducte in sanitärer Beziehung.

Außer den schon früher angeführten Eigenschaften des Braunkohlentheers und seiner Destillate muß noch eine hervorgehoben werden, die sonst nur noch dem Ruß und dem Tabakrauche in geringem Grade zukommt. Dies ist nämlich die Erscheinung, daß zuweilen bei den Arbeitern der Mineralölfabriken eine noch in den zwei erwähnten Fällen beobachtete Hautkrankheit auftritt, die Paraffinkrätze und bei bösartiger Entwickelung Paraffinkrebs genannt worden ist [2]). Jetzt ist sie bei den verbesserten Fabrikeinrichtungen und der größeren Reinlichkeit der Arbeiter nur noch selten zu finden und erscheint als Hautentzündung besonders an dem Unterarm. Früher dagegen war diese Krankheit hauptsächlich

[1]) Vergl. Capitel XII. — [2]) Eulenberg, Sanitäre Verhältnisse der Arbeiter in Mineralölfabriken; Zeitschrift für die Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie 1877, S. 108. Sehr ausführlich: Hoffmann, Die Krankheiten der Arbeiter in Theer- und Paraffinfabriken in medicinisch-polizeilicher Hinsicht; Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medicin und öffentliches Sanitätswesen, 3. Folge, 5. Bd., Heft 2 und 6. Bd., Heft 1.

wegen der Unsauberkeit der Arbeiter nicht unbedenklich und sind sogar mehrere Todesfälle als Folge davon constatirt worden. Als Ursache dieser Krankheitserscheinung nimmt man in der Regel die in den Braunkohlentheerproducten enthaltenen saueren Körper (Kreosot) an, die denen des Rußes ähnlich sind. Ob diese Annahme richtig ist, ist bis jetzt durch keine Untersuchung bestätigt worden. Dafür spricht die Abnahme der Krankheit seit der Zeit, wo die Theerproducte, im Besonderen die im Wesentlichen hierbei in Frage kommenden Paraffinmassen, einer sorgfältigeren Behandlung mit Chemikalien unterworfen werden, durch die das Kreosot entfernt wird.

Im Allgemeinen kann die Arbeit in den Mineralölfabriken als eine durchaus nicht gesundheitswidrige bezeichnet werden. Die mehr oder minder große Gefährdung der Gesundheit der Arbeiter wird natürlich durch die Einrichtung der betreffenden Fabrik mit bedingt. Verletzungen durch die ätzende Eigenschaft der verwendeten Chemikalien hängen wesentlich von dem Transporte dieser und den dazu benutzten Einrichtungen ab. Der Einfluß der Dämpfe und Gase bei der Destillation, der in früheren Jahren Augenentzündungen und Magenkatarrh in erwähnenswerther Anzahl zur Folge hatte, ist durch die verbesserten Destillationsapparate und Ventilation der betreffenden Fabrikräume so geschwächt, daß diese Krankheiten nur noch in verschwindender Menge auftreten. Dasselbe gilt von der beim Mischproceß sich entwickelnden schwefligen Säure. In der deutschen staatlichen Unfallversicherung sind die Mineralölfabriken der sechsten Gefahrenclasse zugetheilt worden [1]).

[1]) Der Steinkohlenbergbau gehört gleichfalls dieser Classe an, während der Kupferschieferbergbau der achten und der Blei- und Silbererzbergbau der dreizehnten, dagegen die Ziegeleiarbeit mit Handbetrieb der zweiten Classe zugerechnet wird.

Neuntes Capitel.

Die Laboratoriumsarbeit.

Krey sagt mit Recht in seiner den Theilnehmern des vierten allgemeinen deutschen Bergmannstages zu Halle a. S. 1889 gewidmeten Schrift: „Die Mineralöl- und Paraffinfabriken der A. Riebeck'schen Montanwerke, Act.-Ges. Halle a. S." S. 34 über die Fabriklaboratorien: „Mehr als in den früheren Jahren sind jetzt die Laboratorien der Industrie in den Vordergrund getreten. Die vielfachen Untersuchungsmethoden, die zur Feststellung des Werthes der Mineralöle bei ihrer Verwendung seitens technischer Behörden in Anwendung gelangen, sind auch in unsere Laboratorien übergegangen. Vielfach wird auch der Betrieb strenger controlirt, was früher im Wesentlichen nur mit dem Schweelbetrieb geschah."

Die Analysen der bituminösen Rohstoffe und des Theers sind schon S. 31 und S. 86 geschildert worden und bleibt uns noch übrig, die Untersuchungsmethoden der Oele und des Paraffins anzuführen. Diese sind schon wiederholt, so von Engler[1]), Schädler[2]), Veith[3]) und Böckmann[4]) beschrieben worden und verweisen wir daher für eingehenderes Studium auf diese Arbeiten, die meist außer der genauen Beschreibung noch Zeichnungen der Apparate enthalten.

Im Folgenden sind in erster Linie die in der sächsisch-thüringischen Industrie üblichen Untersuchungsmethoden angeführt, daneben haben auch die in der schottischen Industrie benutzten Berücksichtigung gefunden.

I. Die Untersuchungsmethoden des Mineralöls.

Das specifische Gewicht.

Das specifische Gewicht wird im Betriebe meist mit den von dem Verein für Mineralöl-Industrie zu Halle a. S. dazu bestimmten Aräometern[5]) ermittelt und auf 14° R. bezogen. Bei einer anderen Temperatur des Oels

---

[1]) Post, Chemisch-techn. Analyse. — [2]) Die Technologie der Fette und Oele der Fossilien. (Die 2. Auflage ist von Paul Lohmann bearbeitet worden.) — [3]) Das Erdöl und seine Verarbeitung. — [4]) Chemisch-technol. Untersuchungsmethoden. — [5]) Zu beziehen von Fr. Dehne in Halle a. S.

muß die schon S. 86 erwähnte Correctur eintreten. Im Handel werden nur die nach der Vorschrift der physikalisch-technischen Reichsanstalt angefertigten und geaichten Thermo-Aräometer [1]) dazu benutzt, wobei die Temperatur von 15° C. als normal gilt. Stehen geringe Mengen von Oel zur Verfügung, so wendet man das gewöhnliche Picnometer, das Aräo-Picnometer von Aug. Eichhorn in Dresden [2]) oder die Westphal'sche und Mohr'sche Wage an [3]).

Die Siedeanalyse.

Ueber die Methode der Siedeanalyse, die der von Engler [4]) vorgeschriebenen ähnlich ist, hat das Verkaufssyndicat für Paraffinöle in Halle a. S. folgende näheren Bestimmungen getroffen: Zur Ausführung der Siedeanalyse soll ein Bunsen'scher Kolben mit Liebig'schem Kühler verwendet werden. Das Thermometer ist so in den Hals des Kolbens einzuführen, daß die Quecksilberkugel sich unterhalb der Seitenröhre befindet, durch die die Dämpfe entweichen und die Kugel von den Dämpfen ganz umgeben wird. Die Oberkante der Quecksilberkugel muß mit der Unterkante der Seitenröhre abschneiden. Zu einer Untersuchung sind 100 ccm Oel zu verwenden und darf die Zeitdauer bei schweren Oelen 15 Minuten, bei leichten Oelen 30 Minuten nicht übersteigen. Im Allgemeinen dürfte als Richtschnur dienen, daß in einer Secunde zwei Tropfen abfließen. Das Destillat wird in einem in $^1/_1$ ccm eingetheilten Cylinder aufgefangen und die Volumprocente werden direct abgelesen. Zur Beheizung kann Gas- oder Spiritusflamme benutzt werden, Müncke-, Bunsen- und Berzeliuslampe geben gleiche Resultate [5]).

Die Fractionen trennt man in der Regel nach Siedepunkten von 50° C. Differenz, also 100 bis 150°, 150 bis 200°, 200 bis 250° und 250 bis 300°. Besonders fängt man den Antheil auf, der über 300° siedet. Den Anfang der Siedeanalyse liest man am Thermometer ab, sobald der erste Tropfen aus dem Kühlrohre fällt. Außerdem ist es noch wichtig, dabei zu bestimmen, nach wie viel Procenten das Destillat auf Eis erstarrt. Daraus kann man mit Berücksichtigung des Siedepunktes annähernd auf den Paraffingehalt des untersuchten Oels schließen und entscheiden, ob es sich lohnt, ihm das Paraffin noch zu entziehen.

Die Bestimmung des Kreosots [6]).

Die Bestimmung des Kreosots wird in der Regel durch Ausschütteln des Oels mit Natronlauge von 38° Bé. in einem graduirten Cylinder vorgenommen. Wendet man dazu 50 Theile Oel an, so schließt man gewöhnlich aus der gebildeten Kreosotnatronschicht, die zwischen dem Oel und der unverbrauchten

[1]) Tafel zur Ermittelung der Dichte von Braunkohlentheerdestillaten mittelst des Thermo-Aräometers von der kaiserl. Normal-Aichungscommission, Berlin 1892; Jahresbericht des Techn.-Vereins d. sächs.-thür. Mineralölindustrie 1890 und 1891. — [2]) D. R.-P. Nr. 49 683. — [3]) Bergl. Post, S. 552. Schädler, S. 368 u. f. Veith, S. 240 u. 241. Böckmann, S. 1018. — [4]) Chem.-Ztg. 1886, S. 1288. Bergl. Post, S. 277. Veith, S. 245. — [5]) Böckmann, S. 1019. — [6]) Bergl. Post, S. 250. Böckmann, S. 1018.

Lauge sich abscheidet, direct auf den Gehalt an Kreosot in Volumenprocenten. Diese Methode stützt sich auf die Annahme, daß bei Benutzung von Natronlauge von 38° Bé. das Kreosotnatron zu gleichen Theilen aus Kreosot und Natronhydrat besteht. Sie ist aber nur richtig, wenn die Abnahme der angewandten Oelmenge keinen größeren Gehalt an Kreosot anzeigt, wie es bei der Untersuchung von gereinigten Oelen der Fall ist, während bei der der ungereinigten, die noch reich an neutralen in Kreosotnatron löslichen Oelen sind, diese vom Kreosotnatron aufgenommen und als Kreosot mit anzusehen sind. Es empfiehlt sich daher, stets die Verminderung des Oels zu berücksichtigen und daraus den Kreosotgehalt zu berechnen.

Die Scheidung des Oels von der Lauge wird durch Anwärmen beschleunigt. Als Natronlauge wendet man solche von 38° Bé. an. Eine Lauge von niedrigerem specifischen Gewichte als 33° Bé. nimmt das Kreosot in Lösung und scheidet keine gesonderte Schicht von Kreosotnatron ab.

Soll der Kreosotgehalt nach Gewichtsprocenten ermittelt werden, so muß man vor und nach dem Schütteln mit Natronlauge das specifische Gewicht des Oels bestimmen. Das Product aus der Anzahl der Cubikcentimeter Oel und dessen specifischem Gewichte giebt das absolute Gewicht des Oels in Grammen an. Die Differenz der beiden hier in Frage kommenden absoluten Gewichte stellt das Gewicht des Kreosots dar, das sich dann leicht in Procente umrechnen läßt. Das absolute Gewicht des Oels vor der Behandlung mit Natronlauge sei a, das nach der Behandlung b, so ist das Gewicht des Kreosots $a - b$ und in Procenten $= \frac{(a - b) \times 100}{a}$.

Die Viscosität.

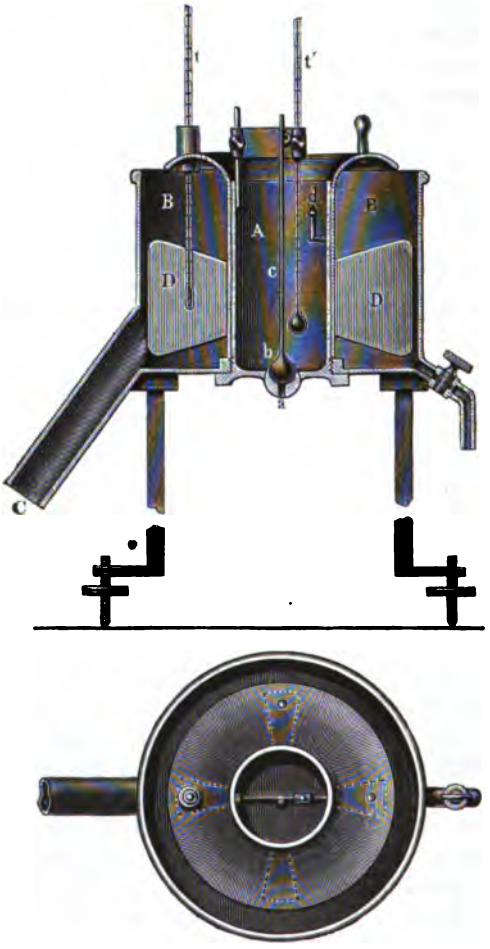
Die Viscosität der Leuchtöle [1]) wird mit dem Viscosimeter von Engler für Petroleum, dessen Ausflußöffnung 1,8 mm beträgt und die der schweren Oele [1]) mit dem Viscosimeter für Schmieröle ausgeführt. Die Temperatur hierfür ist 20° C. und die Viscosität wird wie üblich auf die des Wassers als Einheit bezogen. Eine Bestimmung bei höherer Temperatur geschieht in der Regel nicht, da die Braunkohlentheeröle selten als Schmieröle Verwendung finden. — Die Viscosität ist für die Tarifirung der Oele im Verkehr der deutschen Eisenbahnen wichtig geworden. Diese schreiben für die Zulässigkeit des Transports zum billigsten Frachtsatze im Wagenladungsverkehr eine Viscosität von höchstens 2,66 und ein specifisches Gewicht von über 0,850 vor.

In der schottischen Industrie ist nach der Vorschrift der Scottish Mineral-Oil-Association das Viscosimeter von Redwood im Gebrauch; Fig. 93 (a. f. S.) zeigt den Apparat [2]). A ist der Cylinder für das Oel, der einen Durchmesser von 48 mm und eine Tiefe von 89 mm besitzt und aus versilbertem Kupfer besteht. Seine Ausflußöffnung a kann durch die am Ende

[1]) Badische Gewerbezeitung 1885, S. 91; Dingl. polyt. Journ. 258, 126. Post, S. 308 u. 323. Schädler, S. 377 u. f. Veith, S. 291 u. f. Böckmann, S. 1026 u. f. — [2]) Journ. of Soc. of Chem. Ind. 5, p. 127.

eines Metallstäbchens *c* sitzende Kugel *b* aus gleichem Material geschlossen werden. An der Wand des Cylinders ist eine Marke *d* angebracht, die der des Abel'schen Apparates zur Bestimmung des Entflammungspunktes gleich ist. Der Oelcylinder ist von einem Mantel *B* mit dem Rohre *C* zur Aufnahme der das Oel einhüllenden Flüssigkeit umgeben, die in *C* erhitzt und deren Temperatur durch das Rührwerk *D* im ganzen Bade gleichmäßig hergestellt wird. In *A* ist das Thermometer *t'* und in *B* das Thermometer *t* eingesetzt. Die Ausführung der Viscositätsbestimmung wird in folgender Weise vorgenommen. *B* wird für die Bestimmung bei niedriger Temperatur (21° C.) mit Wasser und für die bei höherer mit Mineralöl gefüllt, so daß die Flüssigkeit die Höhe von *d* erreicht. Das zu untersuchende Oel wird vorher auf die gewünschte Temperatur erwärmt und dann bei geschlossener Oeffnung *a* nach *A* gefüllt, bis seine Oberfläche genau mit der Spitze von *d* abschneidet. Eine Flasche mit engem Halse, an dem bei einem Inhalte von 50 ccm eine Marke angebracht ist, wird unter *a* in ein Gefäß gestellt, das eine Flüssigkeit enthält, die die Temperatur des Oels besitzt. Durch Heben von *c* wird *a* geöffnet, das Oel läuft aus, und man notirt die Anzahl der Secunden, die 50 ccm zum Ausfließen brauchen. Die Temperatur wird mit Hülfe des Bades in *B* während der Operation stets auf der Untersuchungstemperatur gehalten [1]).

Fig. 93.



[1]) Geaichte Apparate sind zu beziehen von Mssrs. James How & Co.: 73 Forringdon Street, London.

Der Entflammungspunkt.

Der Entflammungspunkt wird regelmäßig von den leichten Oelen, Benzin, Photogen und Solaröl, zuweilen auch von den schweren, Gasöl und Fettöl, festgestellt. Zu der ersten Bestimmung dient der Abel'sche Apparat [1]), die andere wird gewöhnlich in der bekannten Weise ausgeführt durch langsames Erhitzen des Oels in einem kleinen Porcellantiegel auf dem Sandbade, bis die Oeldämpfe an einer kleinen Flamme verpuffen [2]). Erstreckt sich die Entflammung auf die ganze Oberfläche des Oels und brennt dieses weiter, so nennt man die am Thermometer abgelesene Temperatur den Entzündungspunkt.

Ein Apparat zur Bestimmung des Entflammungspunktes für Schmieröle ist von Pensky construirt und später von Martens verbessert worden. Dieser Apparat [3]) ist im Wesentlichen dem Abel'schen nachgebildet und enthält als besondere Abweichung von diesem ein Rührwerk innerhalb des zu prüfenden Oels. Er giebt sehr genaue Resultate, die wesentlich von denen der Tiegelmethode abweichen, wie Holde durch eingehende Untersuchungen nachgewiesen hat [4]). Es genügt zu bemerken, daß sich Differenzen bis zu 45° C. zwischen beiden Untersuchungsmethoden zeigen. Der genannte Apparat wird neuerdings in Deutschland bei amtlichen Untersuchungen und im Verkehr mit staatlichen Controlbehörden als maßgebend anerkannt.

In der schottischen Industrie wird, nachdem von der Regierung der Apparat von Abel zur Bestimmung des Entflammungspunktes der Leuchtöle officiell eingeführt worden ist, auch der Entflammungspunkt der Schmieröle allgemein mit diesem Apparate festgestellt. Es ist dabei zu beachten, daß das Oel allmälig erwärmt wird, so daß, um es auf die Temperatur von 100° C. zu bringen, etwa 15 Minuten gebraucht werden. In streitigen Fällen wird der von Martens verbesserte Pensky'sche Apparat zur Controle verwandt [5]).

Schmierfähigkeit.

Auf die Schmierfähigkeit werden die als Schmieröle benutzten Theeröle nach den üblichen Methoden geprüft [6]).

Die Farbe.

Um die Leuchtöle und die anderen raffinirten Oele auf die Farbe zu prüfen, benutzt man das Stammer'sche Colorimeter [7]).

---

[1]) Dingl. polyt. Journ. 240, 138; Zeitschr. f. analyt. Chem. 1881, S. 17. Post, S. 289. Schädler, S. 412. Veith, S. 248 u. f. — [2]) Post, S. 311. Veith, S. 281. — [3]) Veith, S. 282 u. f. Zu beziehen von Sommer u. Runge, Berlin. — [4]) Veith führt die Ergebnisse davon, tabellarisch geordnet, S. 288 u. 289 an. — [5]) Thomsen, Journ. of Society of Chem. Ind. 1891, p. 342; Dingl. polyt. Journ. 282, 24. — [6]) Post, S. 329 bis 350. Veith, S. 306 bis 329. Ferner: Martens, Schmierölunterſuchungen, Mittheilungen aus den königl. Versuchsanstalten zu Berlin. A. Künkler, die Maschinenschmierung, die Schmiermittel und ihre Untersuchung. — [7]) Engler, Dingl. polyt. Journ. 264, 287. Post, S. 273. Veith, S. 355. Schädler, S. 400.

Der Leuchtwerth.

Die Bestimmung des Leuchtwerthes von Solaröl und anderen Leuchtölen geschieht in der Regel nur durch den Vergleich der Brennzeit und des verbrauchten Materials mit einem notorisch gut leuchtenden Oel. Zuweilen muß der Leuchtwerth eines solchen durch photometrische Messung [1]) im Verhältniß zur Normalkerze oder zur Amylacetatlampe von Hefner-Alteneck festgestellt werden.

Die Kältebeständigkeit.

Die Prüfung auf die Kältebeständigkeit, Erstarrungspunkt, wird in der sächsisch-thüringischen Industrie in der für die Schmieröle üblichen Weise [2]) vorgenommen, indem man ein gewöhnliches Reagensglas in der Höhe von 5 bis 8 cm mit Oel füllt, dieses durch einen lose eingesetzten Kork mit Thermometer schließt und in eine Kältemischung bringt. Sobald das Oel erstarrt, liest man am Thermometer die Temperatur ab.

In Schottland wird diese Bestimmung in folgender Weise [3]) ausgeführt: In ein Reagensglas von etwa 3 cm lichter Weite wird das zu untersuchende Mineralöl in einer Höhe von etwa 5 cm eingetragen und in einer Kältemischung unter beständigem Umrühren mit einem Thermometer weit unter den Erstarrungspunkt abgekühlt. Das Reagensglas wird dann aus der Kältemischung entfernt, und das erstarrte Oel mit dem Thermometer so lange gerührt, bis die letzte Spur von festem Paraffin verschwindet. Dieser Punkt gilt als Erstarrungspunkt. Der Versuch wird mit derselben Oelprobe wiederholt, bis man übereinstimmende Resultate erhält.

Die Schwefelbestimmung.

Die Schwefelbestimmung in den Oelen kann nach verschiedenen Methoden vorgenommen werden, unter denen die bekannte von Carius als die genaueste angesehen werden muß. Schnell und ohne große Schwierigkeiten führt das von Höland [4]) vorgeschlagene Verfahren zum Ziel. Man verbrennt das Oel in einem Rohre, das mit chlorsaurem Kali und kohlensaurem Baryt gefüllt ist, dabei wird der Schwefel als schwefelsaurer Baryt gebunden und so durch Lösen des Rohrinhalts in verdünnter Salzsäure bestimmt. — Noch schneller soll sich die Bestimmung nach der folgenden von Ferdinand Fischer beschriebenen Methode ausführen lassen [5]). 0,5 bis 1,0 g Oel werden im Sauerstoffstrome verbrannt, wobei das Verbrennungsrohr nach dem Schiffchen, worin das Oel sich befindet, nur eine Schicht Asbest enthält; die Verbrennungsgase leitet man in Wasserstoffsuperoxyd und titrirt die gebildete Schwefelsäure mit $^1/_{10}$-Normallauge oder man legt Normallauge vor und titrirt dann den Ueberschuß mit Normalsalzsäure zurück.

---

[1]) Post, S. 306. Veith, S. 329 u. f. — [2]) Post, S. 311. Schädler, S. 389. Veith, S. 363. — [3]) Thomsen, Journ. of Society of Chem. Ind. 1891, p. 342; Dingl. polyt. Journ. 282, 24. — [4]) Chem.-Ztg. 1893, Nr. 7 u. 9. — [5]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, S. 576.

Die Paraffinbestimmung.

Um das Paraffin im Oele zu bestimmen, erscheint es geboten, so viel abzudestilliren, bis der Tropfen auf Eis erstarrt, und mit dem Rückstande die Untersuchung vorzunehmen. Verschiedene Methoden sind zu diesem Zwecke in Vorschlag gebracht worden. Die Methoden von Pawlewsky[1]) und von Engler und Böhm[2]) sind nicht ganz zuverlässig. Die erste giebt, da die Weichparaffine sich in Eisessig zum Theil lösen, ungenaue Resultate und die andere eignet sich nicht für verdünnte Lösungen und liefert im Uebrigen nur Vergleichswerthe. Am besten hat sich die von Zaloziecky[3]) vorgeschlagene Ausführung bewährt. Man löst das Oel, etwa 5 g, in der fünf- bis zehnfachen Menge Amylalkohol, fällt mit der gleichen Menge Aethylalkohol das Paraffin in der Kälte aus, filtrirt, wäscht aus und verdunstet in einem Schälchen die anhaftenden Spuren von Alkohol. Mit besonderer Sorgfalt muß man hierbei auf die Temperatur achten, bei der die Fällung ꝛc. vorgenommen wird. Am besten arbeitet man in einem Eisschrank, wo die Temperatur constant 0° beträgt. Zaloziecky benutzt als Fällungsmittel Aethylalkohol von 75° T., doch empfiehlt es sich, diesen besonders bei verdünnten Lösungen durch möglichst absoluten Alkohol zu ersetzen[4]). Der Vorschlag von Höland[5]), an Stelle des Amylalkohols leichte Braunkohlentheeröle als Lösungsmittel des zu untersuchenden Products anzuwenden, muß aus naheliegenden Gründen verworfen werden. Amylalkohol löst Paraffin nur theilweise, während bekanntlich Braunkohlentheeröle ein vorzügliches Lösungsmittel für Paraffin darstellen, und so wird die Genauigkeit der Zaloziecky'schen Methode durch diese Abweichung beeinträchtigt. — Will man einer Lösung von Weichparaffin auch die weichsten Schuppen entziehen, so muß man die Methode dahin abändern, daß man nach der Fällung das Gemisch in einer Kältemischung einige Stunden auf — 5 bis — 10° abkühlt und dann erst schnell filtrirt. In der Regel giebt die sorgfältig bei 0° ausgeführte Analyse Resultate, die mit denen des Großbetriebes übereinstimmen, denn es handelt sich ja im Wesentlichen darum, das Paraffin zu bestimmen, das im Betriebe durch Abkühlung zu erhalten ist und nicht das, das im Oel überhaupt enthalten ist. — Für verdünnte Lösungen von Weichparaffinen in schweren Oelen kann man die Methode auch in folgender Weise abändern. Das Oel wird auf 0° abgekühlt und dann auf einem Filter aus feinem Drahtnetz von den Paraffinschuppen durch Absaugen getrennt. Diese Schuppen entölt man möglichst, indem man sie auf eine ebenfalls auf 0° abgekühlte Thonplatte streicht. Nun wird die Paraffinbestimmung in den Schuppen in der üblichen Weise vorgenommen und giebt genauere Resultate, als wenn sie direct auf das Oel angewandt wird.

---

[1]) Chem.-Ztg. 1888, S. 93; Jahresber. d. Techniker-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie 1889. — [2]) Post, S. 270. — [3]) Dingl. polyt. Journ. 270, 274; Zeitschr. f. angew. Chem. 1888, S. 221. — [4]) v. Boyen, Zeitschr. f. angew. Chem. 1891, S. 101. — [5]) Chem.-Ztg. 1893, S. 1410.

Die Versuche, eine Methode der Paraffinbestimmung auf die Verschiedenheit zwischen Paraffin und Oel im specifischen Gewicht, Ausdehnungscoëfficient oder Brechungsexponenten [1]) zu gründen, haben zu keinen vollkommen befriedigenden Ergebnissen geführt.

Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe.

Um den Gehalt an ungesättigten Kohlenwasserstoffen annähernd anzugeben, schüttelt man das Oel mit der gleichen Menge Schwefelsäure von 66° Bé. und kann das von der Säure aufgenommene Oel als ungesättigte Kohlenwasserstoffe betrachten [2]). Je raffinirter das Oel ist, desto weniger löst sich davon in Schwefelsäure. Diese Bestimmung giebt natürlich nur Zahlen von Vergleichswerth, was auch von der Hübl'schen Jodadditionsmethode gilt, wenn man sie auf die Braunkohlentheeröle anwendet, um gleichfalls die ungesättigten Kohlenwasserstoffe von den gesättigten zu scheiden.

II. Die Untersuchung des Paraffins.

A. Die Paraffinschuppen.

In den Paraffinschuppen wird die Bestimmung des Paraffins nach der schon beschriebenen Zaloziecky'schen Methode vorgenommen, nur bedarf man hierbei der 15- bis 20fachen Menge des Alkoholgemisches, um die Arbeit bequem auszuführen.

Der Schmelzpunkt wird nach der später geschilderten Methode ermittelt.

Um die Paraffinschuppen zu bewerthen, kann man sich bei der jetzigen Reinigungsmethode und Preislage folgender Formel bedienen: $P = (S + D) \times (A - 2) - \left[7 + \frac{(S + D) \times (A - 2) - 7}{5}\right]$, in der S den Schmelzpunkt, A den Paraffingehalt der Schuppen und D die Zahl in Mark darstellt, die das fertige Paraffin über seinen Schmelzpunkt kostet.

Von der Scottish Mineral-Oil-Association sind folgende Bestimmungen für die Bewerthung und Untersuchung der Paraffinschuppen festgestellt worden [3]). Als normal nimmt man im Handel die Zusammensetzung der Schuppen aus 94 Proc. Paraffin, 4 Proc. Oel und 2 Proc. Wasser und Schmutz an.

Die Probenahme und Aufbewahrung der Probe.

Die Probenahme erfolgt mit einem schwach kegelförmigen Metallrohr von solcher Länge, daß es bis zum Boden des Schuppenbehälters reicht. Ein oder

[1]) Mit Hülfe des Oleo-Refractometers von Amagat und Jean, das von A. Duboscq, Rue St. Jacques 25 in Paris geliefert wird (Privatmittheilung von Krey). — [2]) Vergl. Chem.-Ztg. 1885, S. 726. — [3]) S. Thomsen, Journ. of Soc. of Chem. Ind. 1891, p. 342; Dingl. polyt. Journ. 1891, S. 23; Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1891, S. 421. Böckmann, S. 1020.

mehrere so erhaltene Paraffincylinder stellen die Durchschnittsprobe dar. — Die gut gemischte Probe wird in einer weithalsigen, mit eingeschliffenem Stöpsel oder paraffinirtem Korkstopfen versehenen Flasche fest eingepreßt. Die Flasche muß, um jede Wasserverdunstung zu verhüten, von der Probe ganz angefüllt sein.

Die Oelbestimmung.

Diese Analyse wird ausgeführt, indem eine bestimmte Menge der reinen Schuppen eine bestimmte Zeit lang bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Drucke gepreßt und die Gewichtsabnahme ermittelt wird. Die Probe wird durch Aufschmelzen, was durch vorsichtiges Erwärmen geschehen muß, und Absitzenlassen vom Wasser und Schmutz befreit und dann allmälig über Nacht auf 16° C. abgekühlt. Durch das langsame Abkühlen wird eine gute Krystallbildung erzeugt. Die Paraffinschuppen werden nun zu Pulver zerkleinert, davon nimmt man bei Hartparaffin 16 g und bei Weichparaffin 9,5 g zum Pressen. Als Presse kann man jede mit Manometer versehene benutzen, deren Tisch zur Aufnahme der Probe einen Flächeninhalt von 125 qcm hat [1]). Als Preßtuch wird feine Leinwand verwendet und dieses mit so viel Lagen starken Fließpapiers bedeckt, daß die äußersten oben und unten durch das ausgepreßte Oel nicht angefettet werden. Bei normalem Oelgehalt genügen je sechs Bogen Papier. — Das Pressen erfolgt bei 16° C. und das Paraffin bleibt 15 Minuten lang unter Druck, der höchstens 80 Atm. betragen soll, stehen. Der gebräuchlichste Druck ist der von 72 Atm. bei Hartparaffin, während er für Weichparaffin, das gewöhnlich über 7 Proc. Oel enthält und nur selten im Handel vorkommt, niedriger, etwa 50 bis 60 Atm., üblich ist.

Die Wasserbestimmung.

Diese Bestimmung kann nach zwei Methoden ausgeführt werden.

1. 500 bis 1000 g Paraffin werden in einer kupfernen Kochflasche von 18 cm Bodenweite, 25 cm Höhe und 2,5 cm Halsweite über einer starken Bunsenflamme erhitzt und das entweichende Wasser wird im Liebig'schen Kühler condensirt. Dieses Wasser wird in einem engen Meßcylinder aufgefangen und gemessen; die etwa mit überdestillirte Schicht leichter Oele wird vom Wasser abgezogen. Das im Kühler etwa zurückbleibende Wasser spült man mit Naphta nach.

2. (Die Methode der Price Company.) Etwa 32 g Paraffin werden in einer tarirten Porcellanschale abgewogen und unter beständigem Umrühren auf etwa 100° C. erhitzt, bis keine Blasen mehr aufsteigen und man sicher ist, daß alles Wasser verdampft ist. Dann wird der Gewichtsverlust bestimmt. — In einer zweiten Schale wird eine gleiche Menge von der zur Oelbestimmung vorbereiteten Probe auf dieselbe Weise und ebenso lange erhitzt. Der hierbei entstehende Gewichtsverlust entspricht den verflüchtigten leichten Oelen, er wird von dem zuerst gefundenen abgezogen und der Rest als Wasser in Rechnung gebracht.

---

[1]) Als die brauchbarste gilt eine kleine hydraulische Presse mit Bourdon'schem Manometer, wie sie die Firma Clarkson und Beckitt in Glasgow liefert.

Die Bestimmung des Schmutzes.

500 g der Probe werden geschmolzen und nach dem Absetzen des Schmutzes wird so viel wie möglich von dem reinen Paraffin abgegossen. Der Rest wird in Naphta gelöst, durch ein trockenes Filter filtrirt, mit Naphta ausgewaschen, getrocknet und gewogen. — Da die Oelbestimmung in einer von Wasser und Schmutz befreiten Paraffinprobe geschehen ist, so muß die erhaltene Zahl auf die ursprüngliche Probe umgerechnet werden.

B. Das fertige Paraffin.

Das fertige Paraffin wird unter Angabe des Schmelzpunktes in den Handel gebracht und sollen im Folgenden die verschiedenen Schmelzpunktsbestimmungen geschildert werden. In der Mineralölindustrie der Provinz Sachsen wird die Bestimmung in der vom Verein für Mineralölindustrie zu Halle a. S. vorgeschriebenen Weise [1]) ausgeführt und ist diese Methode im deutschen Innenhandel allein gültig. Ein kleines, mit Wasser gefülltes Becherglas von ungefähr 7 cm Höhe und 4 cm Durchmesser wird bis auf ungefähr 70° C. erwärmt und auf das erwärmte Wasser ein kleines Stückchen des zu untersuchenden Paraffins geworfen, so groß, daß es nach dem Zusammenschmelzen ein rundes Auge von etwa 6 mm Durchmesser bildet. Sobald dieses flüssig ist, wird in das Wasser ein Celsiusthermometer von der durch den Verein für Mineralölindustrie festgestellten Einrichtung so tief eingetaucht, daß das längliche Quecksilbergefäß des Thermometers ganz vom Wasser bedeckt wird. In dem Augenblicke, wo sich auf dem Paraffinauge ein Häutchen bildet, wird der Schmelz- resp. Erstarrungspunkt an der Scala des Thermometers abgelesen. Während dieser Operation muß das Becherglas durch eine Umgebung von Glastafeln sorgfältig vor Zugluft geschützt werden, auch darf der Hauch des Mundes beim Ablesen der Scala das Paraffinauge nicht treffen. — Die übliche Schmelzpunktbestimmung im Capillarrohr stimmt mit dieser Methode im Ergebniß überein. — Ein annähernd gleiches Resultat liefert auch das Erstarrenlassen eines Tropfens von Paraffin an der Quecksilberkugel des Thermometers. Diese Untersuchung kann sehr schnell und bequem ausgeführt werden und kann man nach einiger Uebung auf den Schmelzpunkt nach der Handelsmethode schließen, wenn man zu den gefundenen Graden einen zuzählt. Zweckmäßig erscheint es hierbei, die Quecksilberkugel des Thermometers in ein Glasgefäß, z. B. Erlenmeyerkolben, einzuschließen, um den Paraffintropfen vor Luftzug zu schützen. — Nach einer früheren Vorschrift [2]) des Vereins für Mineralölindustrie zu Halle a. S. wurde der Erstarrungspunkt abgelesen, sobald der Spiegel der Quecksilberkugel durch das damit bedeckte Paraffin getrübt wurde. Der Schmelzpunkt wurde ermittelt, indem die mit vollständig erstarrtem Paraffin überzogene Quecksilberkugel des Thermometers in Wasser gehängt

[1]) Post, S. 253. Schädler, S. 393. Böckmann, S. 1022. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 190, 498; Deutsche Industrie-Zeitung 1868, S. 485.

und die Temperatur abgelesen wurde, bei der in dem erwärmten Wasser das Quecksilber durch das schmelzende Paraffin schimmerte.

Die englische Methode, den Schmelzpunkt zu bestimmen, ist folgende [1]). Es wird auf den Boden eines Glaskölbchens von etwa 150 ccm Inhalt so viel Paraffin gebracht, daß es im geschmolzenen Zustande das Eintauchen des länglichen Quecksilbergefäßes eines Thermometers ermöglicht. In dem Halse des Kölbchens ist das Thermometer in einem mit Luftrinne versehenen Korke so befestigt, daß es durch Verschiebung beliebig höher oder niedriger gestellt werden kann. Man erwärmt bis zur vollständigen Verflüssigung des Paraffins und taucht das Thermometer ein. Nachdem dieses sich erwärmt hat, wird es nach oben verschoben, so daß das Quecksilbergefäß über dem Niveau des Paraffins steht, und man stellt das Kölbchen nun so gegen das Licht, daß eine Spiegelung auf dem Quecksilber zu bemerken ist. Die Spiegelung bleibt klar, so lange das Paraffin flüssig ist, dagegen tritt deutliches Erblinden ein, wenn das abgekühlte Paraffin erstarrt. In diesem Augenblicke wird die Temperatur am Thermometer abgelesen.

Nach der amerikanischen Vorschrift [2]) schmilzt man die Paraffinprobe in einem Becherglase, läßt erkalten und liest die Temperatur ab, wenn die flüssige Masse das erste Zeichen von Erstarrung zeigt.

Die schottische Methode lautet in wörtlicher Uebertragung des Urtextes: Schmelze das Paraffin in einem Tiegel, bis es völlig geschmolzen ist, dann rühre mit dem Thermometer um, bis die Hälfte der geschmolzenen Masse wieder erstarrt ist. Auf dieser Stufe wird das Quecksilber im Thermometer für einen Augenblick fest stehen bleiben und so den Schmelzgrad anzeigen. NB. Die Kugel des Thermometers muß immer ganz von geschmolzenem Paraffin bedeckt sein.

Von der Scottish Mineral-Oil-Association ist die folgende Ausführung der den Namen English test führenden Methode festgesetzt [3]). Ein Reagensglas von etwa 2,5 cm lichter Weite wird mit einer etwa 5 cm hohen Schicht geschmolzenen Paraffins beschickt, ein Thermometer eingetaucht und das Paraffin unter Umrühren erkalten gelassen. Wenn die Masse anfängt, zu erstarren, liest man die Temperatur ab.

Nach den angeführten Methoden wird nicht eigentlich der Schmelzpunkt, sondern der Erstarrungspunkt des Paraffins bestimmt, sie geben aber außer der alten schottischen gleiche Resultate wie die Schmelzpunktsbestimmung, wenn man als solche die Temperatur annimmt, wobei die ganze zur Untersuchung benutzte Paraffinprobe geschmolzen ist. Viele Unterschiede in der Angabe dieser beiden Punkte sind wohl darauf zurückzuführen, daß die erwähnte Regel außer Acht gelassen worden ist [4]). — Die alte schottische Methode erscheint unzuverlässig, denn man kann dabei, der Vorschrift entgegen, nie einen Stillstand der Quecksilbersäule des Thermometers beobachten. Dies ist auch leicht erklärlich, da das

[1]) Post, S. 255. — [2]) Weinstein, Chem.-Ztg. 1887, S. 784. — [3]) In einer Versammlung den 11. Juli 1890. — [4]) Mit besonderer Sorgfalt muß eine Durchschnittsprobe des zu untersuchenden Paraffins genommen werden, worauf auch Grotowsky und Weinstein hinweisen.

Paraffin doch kein einheitlicher Körper, sondern aus solchen mit verschiedenen Schmelzpunkten zusammengesetzt ist. Die Resultate der erwähnten Methode sind durchschnittlich um 2° C. niedriger, als die nach den anderen Methoden erhaltenen.

III. Die Untersuchung der Hülfsmittel.

Außer den angeführten Untersuchungen der Producte der Mineralölfabrik sind noch die der eingekauften Hülfsmittel vorzunehmen.

Das Entfärbungspulver[1]) wird vor Allem durch einen Versuch im Kleinen auf seine entfärbende Kraft im Vergleich zu einem notorisch gut wirkenden Mittel geprüft. Der Wassergehalt, der nicht über 10 Proc. betragen darf, und der Gehalt an Asche und Kohlenstoff werden nach den bekannten Methoden bestimmt. — Zur Prüfung auf die entfärbende Wirkung gießt man in der Regel zwei gleich starke kleine Tafeln von Paraffin, von denen die eine mit dem zu untersuchenden und die andere mit dem in seiner Wirkung bekannten Mittel behandelt worden ist. Der Augenschein lehrt, wie weit beide Proben in ihrer Güte abweichen. — Genauer führt man diese Bestimmung mit Hülfe des schon erwähnten Stammer'schen Colorimeters aus[2]).

Von Interesse ist es, das entparaffinirte Entfärbungspulver[3]) auf seinen etwaigen Paraffingehalt durch Schweelen zu untersuchen. Man bedient sich hierzu der bei der Schweelanalyse der Kohle benutzten Vorrichtung[4]). Nach Beendigung des Schweelens, das nur kurze Zeit, etwa zwei Stunden, währt, wird die Vorlage mit Wasser aufgefüllt, so daß das aus dem Pulver erhaltene ölige Product auf dem Wasser schwimmt. Darauf kühlt man bis 0° ab und preßt, falls das Oel erstarrt ist, den Kuchen zur Gewinnung des Paraffins zwischen Fließpapier. Das Paraffin wird gewogen und aus diesem Gewichte und dem des angewandten Entfärbungspulvers berechnet man den Paraffingehalt in Procenten.

Die Schwefelsäure und das Aetznatron werden auf ihre Concentration und Reinheit untersucht. Die Schwefelsäure muß vor Allem frei von nitrosen Verbindungen[5]) sein und genügt hier die qualitative Eisenvitriolprobe[6]). Eine Prüfung auf den Arsengehalt erscheint überflüssig, da nachgewiesen worden ist, daß der mögliche Gehalt ohne Belang für die Mineralöle ist[7]).

Das Aetznatron wird als solches durch Titration bestimmt und wie im Handel üblich als Carbonat, in Procenten ausgedrückt, berechnet[8]). Außerdem ist es noch auf seine leichte Löslichkeit und auf den unlöslichen Rückstand, der nur gering sein darf, zu prüfen. Einige Sorten Ammoniaksoda genügen nach dieser Richtung hin den gestellten Anforderungen nicht vollkommen.

---

[1]) Post, S. 245. Böckmann, S. 1022. — [2]) Höland, Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thür. Mineralölindustrie 1887. — [3]) Vergl. S. 173 u. f. — [4]) Vergl. S. 31. — [5]) Vergl. S. 134. — [6]) Ausführlich bei Böckmann, S. 270 u. f. — [7]) Krey, Chem.-Ztg. 1886, S. 1272. — [8]) Böckmann, S. 410.

Zehntes Capitel.

I. Die Ausbeute der Schweeltheere an technisch verwerthbaren Producten.

Von den bituminösen Rohstoffen, deren Destillationsergebniß in den Tabellen auf S. 23 u. 25 angegeben worden ist und die bis jetzt keine Verarbeitung im Großbetriebe gefunden haben, verdienen nur die eine nähere Berücksichtigung, zu deren Untersuchung nicht nur die Destillation aus der Glasretorte gedient, und von denen die Analyse des Theeres ergeben hat, daß er den jetzt im Großbetriebe verarbeiteten Theeren an Werth gleich kommt. Wir führen daher an dieser Stelle die Resultate der weiteren Untersuchungen nur von dem Theer der bituminösen Kohle (Tabelle S. 23, Nr. 20) und dem des Schiefers (Tabelle S. 25, Nr. 11), beide aus Australien stammend, an.

Der Theer der bituminösen Kohle.

Die Destillation des Theeres ergab 56,8 Proc. leichtes Rohöl, das ein specifisches Gewicht von 0,843 besaß und 2 Proc. Kreosot enthielt, 36,2 Proc. Paraffinmasse, die ein specifisches Gewicht von 0,871 hatte, 5,0 Proc. Rückstand und 2,0 Proc. Gas und Verlust.

Das leichte Rohöl wurde mit 5 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. und mit Natronlauge von 38° Bé. zur Entfernung des Kreosots behandelt. Nach dieser Reinigung war das specifische Gewicht auf 0,835 gesunken und es sott wie folgt: Anfang 180°, bis 200° gingen 7 Proc., bis 250° 42 Proc. und bis 300° 72 Proc. über. Das gesammte Destillat hatte ein specifisches Gewicht von 0,823 und wurde nochmals destillirt, wobei 80 Proc. des Destillats vom specifischen Gewicht 0,822 als ein gutes Leuchtöl in tadelloser Farbe erhalten wurden. Die Paraffinmasse war besonders reich an Weichparaffin, während sie nur 7 Proc. Hartparaffin enthielt.

Wenn diese Kohle im Großbetriebe zur Verarbeitung gelänge, böte sie ein ausgezeichnetes Material für die Mineralöl- und Paraffinfabrikation.

Der Theer des bituminösen Schiefers[1]).

Der Theer wurde durch die Destillation zerlegt:

In 40 Proc. leichtes Rohöl vom specifischen Gewicht 0,800,
50 „ paraffinhaltiges Oel,
6,7 „ Koks und
3,3 „ Gas und Verlust.

Das leichte Rohöl wurde mit 4 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. gereinigt, eine Behandlung mit Natronlauge war wegen des geringen Kreosotgehaltes nicht nöthig. Die darauf folgende Destillation des Oels lieferte folgende Ausbeute:

Von	100	bis	125°	sotten	. . .	12,6	Proc.
„	125	„	160°	„	. . .	15,5	„
„	160	„	200°	„	. . .	23,3	„
„	200	„	260°	„	. . .	30,9	„
„	260	„	320°	„	. . .	11,2	„
Schmieriger Rückstand						5,2	„
Gas und Verlust						1,3	„

Eine nochmalige Destillation des Destillats ergab ein Oel vom specifischen Gewicht 0,775, es entflammte bei 15° C. und stellte 30 Proc. vom Theere dar. Um auf ein brauchbares Leuchtöl zu kommen, wurde es in zwei Fractionen getrennt:

1. bis 150° . . . 11 Proc. vom Theer
2. 150 bis 300° . . . 18 „ „ „

Die erste Fraction erwies sich als ein gutes Benzin mit dem specifischen Gewicht 0,675 und die zweite als ein Leuchtöl vom specifischen Gewicht 0,824. Die Untersuchung des Leuchtöls ergab, daß es bei 50° C. entflammte und den guten Leuchtölen an Werth gleich war. — Aus dem paraffinhaltigen Oele konnte kein krystallinisches Paraffin isolirt werden, doch würde sich daraus wohl ein gutes Schmieröl herstellen lassen.

Bis jetzt scheint dieser Schiefer noch nicht zur Mineralölbereitung im Großen zu dienen, zu der er sich, wie diese Untersuchung lehrt, in hohem Maße eignet.

Ferner ist noch die Untersuchung des Theeres vom Bentheimer Asphalt[2]) zu erwähnen, der gleichfalls nicht im Großbetriebe verarbeitet wird. Die weitere Untersuchung des von Grotowsky gewonnenen Theeres ergab Folgendes.

Der Theer wurde mit 4 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. behandelt und bei der Destillation wurden erhalten:

---

[1]) Thede, Pharm. Centralhalle 1891, Nr. 27, S. 386. — [2]) Vergl. S. 30.

47,3 Proc. leichtes Rohöl,
44,8 „ Paraffinmasse,
2,4 „ rothe Producte,
3,2 „ Koks,
2,3 „ Gas und Verlust.

Aus dem Rohöl konnte ein gutbrennendes Leuchtöl dargestellt werden. — Durch die Verarbeitung der Paraffinmasse, wie sie in der sächsisch-thüringischen Industrie üblich ist, wurden 2,5 Proc. Hartparaffin gewonnen, aus dem hierbei resultirenden Oele könnten Gasöle und Schmieröle hergestellt werden.

Aus dem Asphalt von Bentheim würden nach den angestellten Versuchen zu erhalten sein:

12,72 Proc. Leuchtöl,
9,78 „ Gasöle und Schmieröle,
1,50 „ Paraffin,
0,65 „ Paraffinschmiere,
46,09 „ Retortenkoks,
0,86 „ Theerkoks,
1,52 „ Brandharze,
26,88 „ Verlust (Gas und Wasser).

Die im Großbetriebe verarbeiteten Theere.

Der Torftheer.

Die Zusammensetzung des Torftheeres war sehr verschieden, man gewann im Durchschnitt daraus folgende Producte:

10 bis 20 Proc. Turfol und Solaröl,
10 „ 20 „ Mittelöle,
1 „ 4 „ Paraffin,
30 „ 40 „ Kreosot und
20 „ 30 „ Koks und Verlust.

Der Theer aus dem bituminösen Schiefer.

1. Aus dem Theer, wie ihn der bituminöse Schiefer in Schottland liefert, werden durchschnittlich erhalten:

4 Proc. Naphta,
25 „ Leuchtöl I und II,
15 „ Mittelöle,
8 „ Schmieröle,
8 „ hartes Rohparaffin,
4 „ weiches Rohparaffin,
1 „ Schmiere und
35 „ Koks, Gas und Verlust.

2. Aus dem Theer des bituminösen Schiefers von Messel scheinen gewonnen zu werden:

	4 Proc.	Naphta,
50 bis 55	„	Gasöl [1]),
12 „ 15	„	Rohparaffin,
	33 „	Koks, Gas und Verlust.

Der Braunkohlentheer [2]).

Der jetzt zur Verarbeitung gelangende Braunkohlentheer ergiebt im Durchschnitt folgende Producte:

Bis zu 5	Proc.	leichtes Braunkohlentheeröl (Benzin),
5 bis 10	„	Solaröl,
10	„	helle Paraffinöle,
30 „ 50	„	schwere Paraffinöle,
10 „ 15	„	hartes Paraffin,
3 „ 6	„	weiches Paraffin,
3 „ 5	„	Asphaltproducte, einschließlich Goudron und
20 „ 30	„	Verlust (Koks, Gas und Wasser).

II. Die Beschaffenheit des Braunkohlentheeres und seiner Destillate in chemischer Beziehung.

Ueber die chemische Zusammensetzung des Braunkohlentheeres herrscht nicht volle Klarheit. Die Körper, die in ihm enthalten sind oder aus ihm bei seiner Verarbeitung erhalten werden, sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Ausführlicher sollen sie später besprochen werden.

A. Kohlenwasserstoffe.

a) Von den gesättigten Kohlenwasserstoffen der Fettreihe sind vermuthlich die meisten im Braunkohlentheer enthalten. Die Anwesenheit von folgenden ist bis jetzt bestimmt festgestellt worden:

---

[1]) Gelangt ein Theil des Gasöls zur Destillation, so vermindert sich die Production davon und es treten außer Putzöl und Fettöl Spindelöl und Schmieröl neben erhöhten Verlusten auf. — [2]) Der durch Schweelen der Feuerkohle gewonnene Theer liefert nach Krey's Untersuchung bei der Verarbeitung: 1) 14 Proc. Oel vom specif. Gew. 0,900, das in Schwefelsäure vollständig löslich ist; 2) 38 Proc. Kreosot; 3) 2 Proc. Paraffin von 51° Schmelzpunkt; 4) 25 Proc. Wasser; 5) 21 Proc. Koks und Verlust. (Jahresber. d. Techn.-Vereins der sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1839.)

	Schmelzpunkt	Siedepunkt	
Heptan, C_7H_{16}	flüssig	99°	bei 760 mm Druck.
Nonan, C_9H_{20}	„	149,5°	
Heptadecan, $C_{17}H_{36}$ . . .	22,5° C.	303°	
Octadecan, $C_{18}H_{38}$ . . .	28° „	307°	
Nonadecan, $C_{19}H_{40}$ . . .	32° „	330°	
Eicosan, $C_{20}H_{42}$	36,7° „	205°	bei 15 mm Druck.
Heneicosan, $C_{21}H_{44}$ . . .	40,4° „	215°	
Docosan, $C_{22}H_{46}$	44,4° „	224,5°	
Tricosan, $C_{23}H_{48}$ . . .	47,7° „	234°	
Tetracosan, $C_{24}H_{50}$ . . .	51,1° „	243°	
Heptacosan, $C_{27}H_{56}$ . . .	59,5° „	270°	

b) Die flüssigen und zum Theil auch die festen Glieder der Aethylen- und Acetylenreihe C_nH_{2n} und C_nH_{2n-2} sind als wesentliche Bestandtheile des Theeres anzusehen.

c) Von den Gliedern der Benzolreihe wurden nachgewiesen:

	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Benzol, C_6H_6	—	80,4°
Toluol, C_7H_8	—	111°
Xylole, C_8H_{10}	—	—
Ortho-Xylol	—	141 bis 143°
Meta-Xylol	—	137 „ 138°
Para-Xylol	—	136 „ 137°
Pseudocumol, C_9H_{12}	—	165 „ 166°
Mesitylen, C_9H_{12}	—	163°
d) Naphtalin, $C_{10}H_8$	79° C.	217°
e) Chrysen, $C_{18}H_{12}$	245° „	440°
Picen, $C_{22}H_{14}$	345° „	—

B. Sauerstoffhaltige Körper.

	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Phenol, C_6H_6O	42° „	184°
Orthokresol, C_7H_8O	31° „	188°
Metakresol, C_7H_8O	flüssig	201°
Parakresol, C_7H_8O	36° C.	198°

und die höheren Glieder.

Guajacol, $C_7H_8O_2$	flüssig	200°
Kreosol, $C_8H_{10}O_2$	„	220°

Aldehyde und Ketone.

C. Stickstoffhaltige Körper.

	Siedepunkt
Ammoniak und Amine	—
Pyridin, C_5H_5N	117°
Picolin, C_6H_7N	135°
Lutidin, C_7H_8N	155°
Collidin, $C_8H_{11}N$	179°
Parvolin, $C_9H_{13}N$	188°

und die höheren Glieder.

Chinolin, C_9H_7N	236°

D. Schwefelhaltige Körper.

Schwefelwasserstoff, H_2S	—
Schwefelkohlenstoff, CS_2	47°
Thiophen, C_4H_4S	84°
Mercaptane.	

Andere geschwefelte höhere Kohlenwasserstoffe.

An dieser Stelle muß noch hervorgehoben werden, worauf schon früher hingewiesen worden ist, daß der Braunkohlentheer in der Regel Bitumen in wechselnder Menge enthält, über dessen Eigenschaften S. 18 berichtet worden ist, und daß außerdem die Zusammensetzung des Theeres wesentlich abhängt von der Temperatur, unter der seine Bildung aus der Schweelkohle erfolgt, was wir ausführlich S. 34 u. 35 geschildert haben. Ferner sei bemerkt, daß die Zusammensetzung der Schweelgase S. 89 abgehandelt worden ist.

Die Untersuchung des Theeres.

Durch wiederholte fractionirte Destillation, und mag sie noch so sorgfältig ausgeführt werden, ist es nicht möglich, aus dem Braunkohlentheer eine chemische Verbindung zu isoliren; man erhält innerhalb geringer Temperaturgrenzen stets ein Gemisch verschiedener Körper. Um eine Untersuchung der Theeröle vorzunehmen, verfährt man am zweckmäßigsten in folgender Weise. Zunächst entfernt man durch die Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure von etwa 30° Bé. die Pyridinbasen und die anderen basischen Körper, und dann durch Ausschütteln mit Natronlauge von 38° Bé. die saueren Körper, wobei zugleich die schwachsaueren oder neutralen in den Natronsalzen löslichen Kohlenwasserstoffe von dem gebildeten Natronsalz aufgenommen werden. Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe scheidet man aus dem übrig bleibenden Oel durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure ab, worin sich auch die Aldehyde und Ketone lösen. Diese Operation muß sehr vorsichtig und allmälig unter starker Kühlung vorgenommen werden und dabei darf nur eine geringe Entwickelung von schwefliger

Säure auftreten. Die Einwirkung der Schwefelsäure im Uebrigen auf die Theerproducte ist S. 138 besprochen worden. Die in Schwefelsäure unlöslichen Kohlenwasserstoffe sind zum Theil Homologe des Methans und daneben finden sich in geringer Menge aromatische Körper der Benzolreihe und organische Schwefelverbindungen. Die Menge der gesättigten Fettkohlenwasserstoffe nimmt mit steigendem Siedepunkte der Theeröle zu und der Gehalt an aromatischen Kohlenwasserstoffen sinkt im gleichen Verhältnisse [1]).

Die gesättigten Kohlenwasserstoffe.

Die einzelnen gesättigten Kohlenwasserstoffe der Fettreihe aus dem in Schwefelsäure unlöslichen Antheile der Theerproducte zu isoliren, gelingt nur durch wiederholtes langwieriges Fractioniren, das keine Sicherheit bietet, ob man den normalen oder die aus der Höhe des Kohlenstoffgehaltes sich erklärenden zahlreichen Homologen vor sich hat. Vergleicht man Siedepunkte und specifische Gewichte mit den aus dem Petroleum hergestellten Destillaten, so erscheint es als wahrscheinlich, daß die normalen in geringerer Menge als die isomeren Kohlenwasserstoffe in dem flüssigen Theile des Braunkohlentheeres auftreten. Man kann annehmen, daß vom Hexan ab sämmtliche Glieder der Methanreihe darin enthalten sind. Nur wenige sind bis jetzt besonders dargestellt worden, so Heptan und Nonan [1]).

Daß die festen Homologen des Methans im Braunkohlentheer oder seinen Destillaten enthalten sind und zum größten Theil den normalen Kohlenwasserstoffen angehören, hat F. Krafft [2]) durch eine sorgfältige Untersuchung mit Bestimmtheit festgestellt. Er untersuchte zunächst ein Paraffin des Handels, das bei 30 bis 35° C. schmolz, aus 84,98 Proc. Kohlenstoff und 15,09 Wasserstoff bestand, bei 35° C. eine Dichte von 0,7798 besaß und von 185 bis 235° sott. Er destillirte es unter einem Druck von 15 mm und fractionirte es im Ganzen zwölfmal, die einzelnen Fractionen wurden aus Aether-Alkohol umkrystallisirt und so Paraffine erhalten, die in ihren Eigenschaften den Homologen des Methans vollkommen glichen. Diese waren: Heptadecan, Octadecan, Nonadecan, Eicosan, Heneicosan, Docosan und Tricosan. Eicosan und neben ihm Nonadecan bildeten die Hauptbestandtheile des erwähnten Paraffins. Krafft untersuchte noch zwei andere Paraffinsorten und stellte ihre Zusammensetzung ungefähr wie folgt fest:

	Schmelzpunkt	Specif. Gewicht (eben geschmolzen)	Siedepunkt (bei 15 mm Druck)	Hauptbestandtheile
1.	42 bis 47,2°	0,7805	220 bis 270°	Tricosan,
2.	etwa 57,0°	0,7804	245 „ 295°	Heptacosan.

In beiden Paraffinsorten waren außerdem noch in wechselnden Mengen die an die genannten Kohlenwasserstoffe angrenzenden enthalten.

---

[1]) Heusler, Beiträge zur Chemie des Braunkohlentheeres; Berl. Ber. 25, 1665. — [2]) Berl. Ber. 1888, S. 2256.

Vor Krafft hatten schon andere Forscher erkannt, daß das Handelsparaffin zum größten Theil aus gesättigten Kohlenwasserstoffen besteht. G. H. Gill und E. Meusel[1]) verwendeten zur Untersuchung Paraffin, das sie wiederholt umkrystallisirten und das dann bei 60° C. schmolz und aus 85,5 Proc. Kohlenstoff und 14,9 Proc. Wasserstoff bestand. Von concentrirter Schwefelsäure wurde es nicht angegriffen und durch Oxydation mit Chromsäure oder Salpetersäure wurden Säuren der Fettreihe erhalten. Dasselbe Resultat erzielte Willigk[2]) durch Oxydation von Paraffin mit einem Gemenge von concentrirter Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure[3]).

Die gesättigten Kohlenwasserstoffe der Fettreihe machen etwa 60 Proc. des Braunkohlentheeres aus.

Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe.

Von den ungesättigten Kohlenwasserstoffen ist aus dem Braunkohlentheer bis jetzt kein Glied isolirt worden. Mit Sicherheit kann jedoch auf ihre Anwesenheit geschlossen werden, und zwar bilden sie etwa ein Drittel des Theeres. Man trennt sie, wie schon angeführt, durch Behandeln der Theerproducte mit Schwefelsäure von 66° Bé. von den gesättigten Kohlenwasserstoffen. Die Untersuchung des Handelsparaffins lehrt, daß auch feste ungesättigte Kohlenwasserstoffe darin enthalten sind, denn etwa 5 Proc. davon lösen sich in Schwefelsäure von 66° Bé. Aus dieser schwefelsauren Lösung kann man die Kohlenwasserstoffe durch Verdünnen mit Wasser wieder ausscheiden.

Wendet man auf die Handelsparaffine die Hübl'sche Jodadditionsmethode an und vermeidet dabei sorgfältig die Jodsubstitution, indem man diese Untersuchung nur im zerstreuten Tageslicht oder im Dunklen vornimmt, so kann man eine Addition von Jod constatiren. Es addiren z. B. 100 g Paraffin

von 55°	Schmelzpunkt	4,10 g	Jod,
„ 50°	„	5,85 „	„
„ 37°	„	8,95 „	„

E. Lippmann und J. Hawliczek[4]) stellten aus Paraffin eine Chlorverbindung dar, indem sie es in Tetrachlorkohlenstoff lösten, Phosphorpentachlorid zusetzten und das Gemisch erhitzten. Dem gewonnenen Chlorid kam die Formel $C_{30}H_{39}Cl$ zu, es gab bei der Destillation unter gewöhnlichem Druck sein Chlor in der Form von Salzsäure ab und der Kohlenwasserstoff $C_{30}H_{38}$ entstand. Lippmann und Hawliczek nennen ihn Eicosylen und sehen ihn als ein höheres Glied der Acetylenreihe an.

Erwähnenswerth erscheint, daß Schorlemmer[5]) aus dem schottischen Paraffinöl drei Glieder der Reihe C_nH_{2n-2} isolirt hat.

---

[1]) Journ. of the chem. Soc. 1868, 6, 466. Wagner's Jahresber. 1869. Vergl. Mills, Destructive Distillation, p. 35. — [2]) Berl. Ber. 1870, S. 138. — [3]) Vergl. ferner P. Champion, Compt. rend. 70, 320. A. G. Pouchet, ebend. 79, 320 und Berl. Ber. 1874, S. 1453. — [4]) Berl. Ber. 1879, S. 69. — [5]) Mills, Destructive Distillation, p. 24.

Die Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe.

Von den aromatischen Kohlenwasserstoffen sind in den niedrig siedenden Theerölen Benzol [1]), Toluol und deren Homologe, wie Xylol, Pseudocumol und Mesitylen in unbedeutenden Mengen nachgewiesen worden. Sie werden von den Fettkohlenwasserstoffen durch Nitriren getrennt und als Nitroderivate weiter untersucht.

Das Naphtalin.

In den von 180 bis 240° siedenden Theerölen ist Naphtalin [2]) enthalten. Diese Fraction entspricht dem Solaröl und beträgt der Naphtalingehalt darin 1,5 bis 2 Proc., was 0,1 bis 0,2 Proc. auf den Braunkohlentheer selbst ausmacht. Auf das Brennen des Solaröls in der Lampe ist diese Menge Naphtalin, wie schon bemerkt [3]), ohne jeden Einfluß. Das Naphtalin bleibt stets in dem Oel gelöst und krystallisirt nicht mit den Paraffinschuppen aus, denn das fertige Paraffin ist vollständig frei davon. Die Isolirung des Naphtalins führte zuerst Heusler nach der Methode von Fritzsche aus, indem er dem Oele etwa 10 Proc. Pikrinsäure zusetzte und diese in der Wärme löste, dann die Pikrate vom übrigen Oele in der Kälte filtrirte, abpreßte und sie in schwach alkalischer Lösung mit Wasserdampf destillirte.

Diese Methode ist schon von O. Burg [4]) zum Nachweis hochmolecularer aromatischer Kohlenwasserstoffe auf die Braunkohlentheeröle angewandt worden. Er erhielt durch Behandlung der Oele von dem specifischen Gewicht von 0,830 bis 0,875 eine Pikrinsäureverbindung, die die Chlor- und Bromverbindungen $C_{18}H_8Br_4$ und $C_{18}H_8Cl_4$ gab. Daraus gewann er durch Destillation mit Zinkstaub einen Kohlenwasserstoff von der Formel $C_{18}H_{12}$, der in Alkohol, Eisessig, Aether, Chloroform löslich war und bei 122° schmolz. Durch Oxydation mit Chromsäure war dieser Kohlenwasserstoff in einen chinonähnlichen Körper überzuführen von der Formel $C_{10}H_6O_2$.

Naphtene, Terpene, Inden und Cumaron [5]) in den Braunkohlentheerölen nachzuweisen, ist bis jetzt noch nicht gelungen [6]).

Chrysen und Picen.

Aus den bei der Destillation des Theeres zuletzt übergehenden Antheilen, den rothen Producten, ist das Picen [7]) und aus den im Blasenrüssel und in der Kühlschlange sich ansetzenden Destillationsproducten das Chrysen [8]) dargestellt worden. Da aber auf ein Preisausschreiben des Vereins zur Beförderung des

---

[1]) Heusler, Beiträge zur Chemie des Braunkohlentheeres; Berl. Ber. 25, 1665. — [2]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1893, S. 108. — [3]) Vergl. S. 185. — [4]) Berl. Ber. 1876, S. 1207. — [5]) Scheithauer, Chem.-Ztg. 1889, S. 793. — [6]) Heusler, Berl. Ber. 25, 1666. — [7]) Burg, Berl. Ber. 13, 1834. — [8]) Adler, Inaugural-Dissertation, Breslau 1879.

Gewerbefleißes durch eingehende Untersuchungen bewiesen ist, daß die Kohlenwasserstoffe des Braunkohlentheeres beim Durchleiten durch rothglühende Röhren in aromatische Verbindungen übergeführt werden [1] [2]), so kann man wohl annehmen, daß ein Theil dieser hochmolecularen Körper erst bei der Destillation durch Zersetzung von Fettkohlenwasserstoffen an den heißen Blasenwänden gebildet ist. — Das Picen erhält man durch wiederholtes Umkrystallisiren aus leichtem Braunkohlentheeröl oder Cumol in farblosen Krystallen mit blauer Fluorescenz. Aus den schweren Braunkohlentheerölen kann man es durch Behandlung mit rauchender Schwefelsäure entfernen [3]).

Die sauerstoffhaltigen Körper.

Durch Natronlauge von 38 bis 40° Bé entzieht man außer den saueren Körpern den Theerölen noch solche, die sich in den Natronsalzen der Theersäuren lösen, in Natronlauge dagegen nur wenig löslich sind und bei denen wie bei den höheren Gliedern der Phenolreihe der Säurecharakter zurücktritt und die sich mehr den Alkoholen nähern. Man trennt sie von den saueren Körpern durch Verdünnen der Natronsalze mit Wasser bis zum specifischen Gewicht von 1,06 bis 1,07 [4]). Sie scheiden sich aus der verdünnten Lösung ab und stellen 5 bis 15 Proc. der Körper dar, die durch Natronlauge den Theerölen entzogen worden sind. Sie haben ein viel höheres specifisches Gewicht als das ursprüngliche Oel, aus dem sie stammen. Hat dieses z. B. ein specifisches Gewicht von 0,875, so haben diese Körper ein solches von 0,938 und sieden dem Oele nicht entsprechend niedrig, nämlich bis 200° gehen 5 Proc., bis 250° 40 Proc. und bis 300° 70 Proc. über. Sie enthalten etwa 2 Proc. Schwefel und lösen sich vollkommen in Schwefelsäure; ihr widriger Geruch ist wohl die Ursache, daß der eigentliche Kreosotgeruch im rohen Braunkohlentheer-Kreosot nicht hervortritt. Man kann die Theersäuren für sich ohne diese eben geschilderten Begleiter aus den Theerölen gewinnen, wenn man verdünnte Natronlauge von 5° Bé. anwendet. In Salzen, die durch Laugen von höherem specifischen Gewicht entstehen, löst sich ein Theil dieser Körper, der mit dem specifischen Gewicht der benutzten Lauge wächst. Die Natronsalze der Theersäuren werden zur weiteren Reinigung mit Dampf behandelt, und dann isolirt man aus den durch verdünnte Mineralsäure abgeschiedenen Säuren die einzelnen Bestandtheile in folgender Weise.

Rosenthal [5]) hat zuerst mit Sicherheit daraus die reine Carbolsäure in schönen Krystallen gewonnen, indem er nach wiederholter fractionirter Destillation die Fraction bis 190° C. zur Krystallisation brachte und öfter bei allmälig gesteigerter Temperatur die Krystalle ablaufen ließ. Zum Schluß

---

[1]) Liebermann und Burg, Berl. Ber. 11, 723. — [2]) Salzmann und Wichelhaus, Berl. Ber. 11, 802, 1431. — [3]) v. Boyen, Ueber Rückstandsparaffin: Chem.-Ztg. 1889, S. 29, 64 u. 93. — [4]) Krey, Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1889. — [5]) Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1890/91.

reinigte er die Krystallmasse durch Destillation über Chromsäure und dann über Bleiweiß. Das reine Product sott bei 181 bis 182°, schmolz bei 36° und erstarrte bei 35°. — v. Boyen[1]) isolirte das Phenol aus dem Braunkohlentheer-Kreosot, indem er die Phenol-p-sulfosäure darstellte und diese zersetzte. — Die Carbolsäure aus dem Braunkohlentheer färbt sich selbst nach längerem Aufbewahren nicht roth, nimmt dagegen nach einiger Zeit schwach den Geruch nach Braunkohlentheer-Kreosot wieder an. Der Gehalt des Theeres an diesem Körper ist so gering, daß an eine fabrikmäßige Darstellung gar nicht zu denken wäre. In den meisten jetzt zur Verarbeitung gelangenden Theeren mit höherem specifischen Gewicht konnte sie überhaupt nicht nachgewiesen werden.

Die von Riehm im Braunkohlentheer nachgewiesenen drei Kresole sind durch fractionirte Destillation bekanntlich nicht zu trennen, man kann sie nur durch fractionirte Krystallisation ihrer Barytsalze von einander und von dem Phenol scheiden[2]). — Man fractionirt die gereinigten Theersäuren einige Male und nimmt den bis 215° siedenden Antheil zur Verarbeitung. Man setzt soviel Barythydrat und heißes Wasser unter beständigem Kochen zu, als zur Neutralisation der saueren Körper nöthig ist, bis also der Geruch nach diesen verschwunden ist. Zur Entfernung der Theeröle, die noch in geringer Menge vorhanden sind, läßt man einige Zeit gespannten Wasserdampf einströmen; die Theeröle werden ausgetrieben, man filtrirt nun von den in Wasser unlöslichen Barytsalzen ab und dampft die Lösung der kresolsauren Barytsalze zur Krystallisation ein. Hierbei krystallisiren die Salze des Phenols, des Ortho- und Parakresols aus, während das Barytsalz des Metakresols in Lösung bleibt. Die Krystallmasse wird abgepreßt und durch Umkrystallisation aus Wasser gereinigt. Die Löslichkeit der einzelnen Barytsalze ist folgende. Das Salz des Phenols löst sich in 40 Proc. seines Gewichts an Wasser von 100° C., das des Orthokresols in 150 Proc. und das des Parakresols in 325 Proc. Nach der Vorschrift des Patents setzt man der zuvor gepulverten Krystallmasse zur Gewinnung des Phenolsalzes halb so viel Wasser zu, als man dem Gewichte nach Phenolsalz in dem Salzgemenge erwartet. Der Brei wird erhitzt und siedend heiß filtrirt. Das Filtrat enthält der Hauptmenge nach Phenolbaryt, der Rückstand wird nun mit dem $1^1/_2$fachen Gewicht siedenden Wassers behandelt, als man Orthokresol vermuthet und ebenfalls heiß filtrirt. Das Filtrat enthält Orthokresolbaryt. Den dabei zurückgebliebenen Rückstand nimmt man mit dem $3^1/_2$fachen Gewicht von siedendem Wasser auf und filtrirt wieder heiß. Das Filtrat liefert Parakresol.

Dem Theeröle kann man zwar durch verdünnte Aetzbarytlösung die reinen Theersäuren entziehen, es gelingt aber nicht, daraus die krystallinischen Salze der Kresole zu erhalten. Die hochsiedenden Antheile verhindern die Krystallisation.

In dem von 200 bis 225° siedenden Theile der Theersäuren sind noch Guajacol und Kreosol nachgewiesen worden. Die Anwesenheit des Guajacols

---

[1]) Zeitschrift für angewandte Chemie 1892, Seite 675. — [2]) D. R.-P. Nr. 53307.

hat Behrigs[1]) im Laboratorium des Prof. Lunge in Zürich festgestellt. Er charakterisirte es durch die Dampfdichte und durch das in Nadeln krystallisirende Kaliumsalz.

Das Kreosol wurde von v. Boyen durch Nitration des kreosolsulfosauren Kaliums isolirt[2]). — Die das Kreosol enthaltende Fraction (220 bis 225°) der Theersäuren wurde mit der gleichen Menge Schwefelsäure behandelt, aus der Sulfosäure das Kaliumsalz und daraus durch überschüssige Salpetersäure das Nitrokreosol dargestellt.

Die über 225° siedenden Fractionen der Theersäuren, die den Haupttheil ausmachen, können durch wiederholte Destillation über Bleiweiß als helle Flüssigkeiten erhalten werden, die, je höher sie sieden, desto dickflüssiger sind, ohne jedoch selbst bei einer Temperatur von — 15° zu erstarren[3]). Sie lösen sich zum Theil in kochendem Wasser, scheiden sich aber beim Abkühlen erst milchig, dann in Tröpfchen aus; mit dem höheren Siedepunkte nimmt die Löslichkeit im Wasser ab. Mit Alkalien bilden diese Theersäuren leicht Salze, indem man die betreffende Fraction mit der berechneten Menge Natron-, Baryt- oder Kalihydrat zusammenschmilzt, so lange erhitzt, bis das Reactionswasser verdampft ist und dann erkalten läßt. Man erhält so schöne sternförmige Krystalle. Da diese Salze sich aber nicht umkrystallisiren und reinigen lassen, so kann man sie nicht benutzen, um die Theersäuren näher zu charakterisiren. Auch die Nitrate darzustellen, gelang bisher nicht.

Aus den in concentrirter Schwefelsäure löslichen Antheilen der leichten Braunkohlentheeröle sind von Riehm[4]) die in sauren schwefligsauren Alkalien löslichen Aldehyde und Ketone isolirt worden. Er benutzte als Ausgangsmaterial das, wie S. 148 geschildert, als Photogensäureöl aus den Säureharzen gewonnene Product. Dieses wurde mit sauren schwefligsauren Alkalien zusammengebracht und die Mischung mit schwefliger Säure gesättigt. Aus den entstandenen Salzen wurden die Kohlenwasserstoffe abgeschieden und durch Destillation zerlegt. Constante Siedepunkte zeigten sich bei 86° und 125°. Der bei 125° siedende Kohlenwasserstoff erstarrte in der Kälte vaselinartig. Aus den höher siedenden Antheilen wurden durch Einwirkung von Salzsäuregas terpentinölartig riechende Substanzen erhalten. Die Untersuchung über diese Körper ist noch nicht abgeschlossen.

Die stickstoffhaltigen Körper.

Ammoniak und Amine sind in dem von der Destillation gewonnenen Wasser vorhanden.

Die Pyridinbasen werden aus der schwefelsauren Lösung durch Alkalien ausgeschieden, destillirt, sorgfältig entwässert und wiederholt rectificirt.

---

[1]) Privatmittheilung. — [2]) Chem.-Ztg. 1889, S. 357. — [3]) v. Boyen, Ueber Braunkohlentheer-Kreosot; Jahresber. d. Techn.-Vereins d. sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1889. — [4]) Privatmittheilung.

Pyridin[1]) ist nur in den Theeren mit niedrigem specifischen Gewicht nachgewiesen worden, während die höheren Homologen auch aus dem Rohöl von Theeren mit höherem specifischen Gewicht isolirt worden sind. Das Pyridin sott zwischen 115° und 117° und wurde durch das Platin- und Goldchlorid-Doppelsalz näher charakterisirt. Von den anderen Homologen sind technisch rein dargestellt worden[2]):

α-Picolin,	von	130	bis	140°	siedend,	mit	dem	specif.	Gewicht	von 0,9505
β-Picolin,	„	140	„	150°	„	„	„	„	„	„ 0,9444
Lutidin,	„	150	„	160°	„	„	„	„	„	„ 0,9373
Collidin,	„	170	„	180°	„	„	„	„	„	„ 0,9314
Parvolin,	„	185	„	195°	„	„	„	„	„	„ 0,9374

Von diesen wurden die Pikrate in den charakteristischen Krystallformen gewonnen.

Die höheren Glieder der Pyridinbasen sind vermuthlich auch im Braunkohlentheer enthalten.

Chinolin ist im Laboratorium des Prof. Döbner in Halle a. S. von Schramm[3]) nachgewiesen worden, ist aber nur in geringer Menge vorhanden. Von den Stickstoffbasen mit Siedepunkten über 300°, deren Reinigung große Schwierigkeiten bietet, sind keine isolirt worden.

Wie sich aus dem Auftreten von Ammoniak bei der Destillation von Theerölen über Aetznatron, denen vorher durch die Behandlung mit Schwefelsäure die Basen entzogen worden sind, ergiebt, gehören noch andere stickstoffhaltige Körper außer den angeführten Basen zu den Bestandtheilen des Braunkohlentheeres.

Die schwefelhaltigen Körper.

Der Braunkohlentheer enthält je nach dem Schwefelkiesgehalt der Schwelkohle, aus der er gewonnen ist, 0,4 bis 4 Proc. Schwefel, der zum größten Theil in Form von organischen Verbindungen darin enthalten ist. Bei der Destillation des Theeres und seiner Producte tritt zum Theil eine Zersetzung dieser Körper ein, wie aus dem Auftreten von Schwefelwasserstoff und der Bildung von Schwefel, der sich in schönen Krystallen an dem Deckel und Rüssel der Destillationsapparate ansetzt, hervorgeht. Ueber die Zusammensetzung der Schwefelverbindungen ist nur wenig bekannt. In den niedrig siedenden Theerölen sind Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff[4]) gefunden worden. Die Anwesenheit von Thiophen kann nach den Untersuchungen von H. Erdmann[5]) als bestimmt angenommen werden. Ein Fünftel des gesammten Schwefels ist an Körper gebunden, die durch Ausschütteln mit Quecksilberchlorid als die betreffenden

---

[1]) Rosenthal, Jahresbericht des Techniker-Vereins der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie 1890 u. 91. — [2]) Krey, Die Mineralöl- und Paraffinfabriken der A. Riebeck'schen Montanwerke, S. 14. — [3]) Privatmittheilung. — [4]) Rosenthal, Zeitschrift für angewandte Chemie 1893, S. 109. — [5]) Privatmittheilung.

Salze aus dem Theeröle entfernt werden können und zum Theil wohl Mercaptane, Alkylsulfide, vielleicht auch Sulfoketone sind. — Durch Oxydation der Theeröle an der Luft und Beseitigung des Oxydationsproductes mit Natronlauge kann man die Oele fast schwefelfrei machen. So wurde durch wiederholte Ausführung dieser Operation der Schwefelgehalt eines Gasöles von 2,0 auf 0,2 Proc. herabgedrückt.

Von anderen Untersuchungen der Theeröle seien noch folgende erwähnt.

A. Weller[1]) hat in den gelben Paraffinölen mit dem specifischen Gewicht 0,850 bis 0,860 kleine Mengen von alkaloidartigen Verbindungen beobachtet. Diese treten nach seiner Meinung nur dann auf, wenn die Reinigung der Theeröle mit Schwefelsäure nicht sorgfältig vorgenommen ist. Vermuthlich wird aber die Ausführung der gesammten chemischen Reinigung der Oele und also auch die nach der mit Schwefelsäure folgende Behandlung mit Natronlauge die Anwesenheit solcher Körper bedingen.

Aus den Destillaten von bituminösen Stoffen kann man durch die Behandlung mit starker Schwefelsäure Sulfosäuren und Sulfone isoliren[2]). Sie sind von Spiegel Tumenolsulfosäure und Tumenolsulfon genannt worden und zeichnen sich durch starke Reductionsfähigkeit aus. Spiegel hat sie aus Schieferölen von Messel dargestellt. Zu ihrer Gewinnung entzieht man zunächst den Oelen die basischen und saueren Bestandtheile durch Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure und Natronlauge, dann werden die Oele bei mäßiger Erwärmung mit concentrirter oder rauchender Schwefelsäure gemischt. Hierdurch entsteht unter Temperaturerhöhung und Entwickelung von schwefliger Säure ein dunkel gefärbtes Reactionsproduct, das um so reicher an Sulfon ist, je stärker die benutzte Säure war. Es wird vom unangegriffenen Oele getrennt, in Wasser eingetragen und durch Aussalzen von der überschüssigen Schwefelsäure befreit. Die gebildete Sulfosäure führt man in das Natriumsalz über, indem man Natronlauge bis zur alkalischen Reaction zusetzt. In dieser wässerigen Lösung des sulfosauren Natrons ist das Sulfon gelöst und man gewinnt es daraus durch wiederholte Extractionen mit Aether. Die ätherische Lösung wird mit Wasser und verdünnter Salzsäure gewaschen und hinterläßt beim Verdunsten des Aethers einen dunkelbraunen syrupartigen Rückstand, der durch anhaltendes Erwärmen auf dem Wasserbade getrocknet wird. Diese dickflüssige Masse ist in Aether, Benzol, Ligroin leicht, in Alkohol schwer und in Wasser unlöslich. Sie besitzt einen bitteren Geschmack. Durch Analyse ist die Formel: $(C_{41}H_{67}O)_2SO_2$ festgestellt worden.

Aus der Lösung des sulfosauren Natrons scheidet man die Sulfosäure durch Salzsäure aus, reinigt und trocknet sie. Sie bildet eine feste schwarzbraune Masse von bitterem Geschmack, die beim Erwärmen erweicht und nach dem Trocknen bei 110° zu einem dunklen Pulver zerrieben werden kann, das leicht in Wasser löslich ist. Für diese Säure ist die Formel $C_{41}H_{52}O_2SO_3$ gefunden worden.

---

[1]) Berl. Ber. 1887, S. 2097. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 287, 41; D. R.-P. Nr. 56401.

Das durch Druckdestillation aus schweren Braunkohlentheerölen gewonnene Product [1]) weicht von dem gewöhnlichen Oele mit demselben specifischen Gewicht in seiner chemischen Zusammensetzung nur wenig ab. Es enthält nach den Untersuchungen von Engler und Schneider gleichfalls gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe der Fettreihe und daneben aromatische Verbindungen. Von den ersteren sind daraus Pentan, Hexan, Heptan und Nonan isolirt worden. Von den aromatischen Kohlenwasserstoffen konnte außer Mesitylen und Pseudocumol auch Benzol in der Fraction 75 bis 90° nachgewiesen werden.

[1]) Schneider, Inaugural-Dissertation, Gießen 1888.

Elftes Capitel.

Die Kerzenfabrik.

I. Die Geſchichte.

Der Ausſpruch[1]), daß Petroleum, Gas, Elektricität auch in Zukunft neben einander ihre volle wirthſchaftliche Berechtigung und jede dieſer Induſtrien ihr charakteriſtiſches Abſatzgebiet behalten werde, muß durch die Ausdehnung auf die Kerze ergänzt werden. Wie das Lichtbedürfniß im Allgemeinen in den letzten Jahrzehnten gewachſen iſt, ſo iſt auch das Verlangen nach dem Kerzenlicht im Beſonderen geſtiegen, was ſich aus dem Aufſchwung ergiebt, den die Kerzeninduſtrie in dieſer Zeit genommen hat[2]). Die Kerze iſt ſeit je das eigentliche Feſtlicht geweſen und wird es auch bleiben; auf dieſen Umſtand iſt wohl die Erſcheinung zurückzuführen, daß die Gasinduſtrie bei Beleuchtung von Feſtſälen nicht ſelten die Form der Kerze als Brenner benutzt hat. Zur Verbreitung im Beſonderen der Paraffinkerze hat nicht unweſentlich der Chriſtbaum mit beigetragen, der von Mitteldeutſchland aus in hellem Kerzenglanz ſeinen Siegeszug beinahe über die ganze Welt angetreten hat. Neben der Chriſtbaumkerze iſt es die zu kirchlichen Zwecken verwendete Kerze, die niemals durch eine andere Lichtquelle zu erſetzen wäre. Sowohl von den Bekennern der chriſtlichen Riten als auch von den Muhamedanern und Juden werden zahlreiche Kerzen zu dem gedachten Zwecke gebrannt. In der Hütte des ruſſiſchen Muſchik erhellt die Kerze das Bild des Schutzheiligen und der ärmſte Jude in Galizien zündet am Schabbes ſeine Kerze an.

Ihrem verhältnißmäßig ruhigen und gleichmäßigen Brennen hat es die Kerze zu danken, daß ſie bis vor mehreren Jahren ausſchließlich als Normallicht bei photometriſchen Meſſungen diente. — Welcher gewaltige Unterſchied zwiſchen der heute ohne Rußen und im ſtrahlenden Lichte brennenden Kerze und den mit Fett getränkten Schilfrohren der Römer, die neben den mit Wachs überzogenen Flachsſchnüren oder Binſen, über die Plinius und Livius

---

[1]) W. v. Oechelhäuſer, Die Steinkohlengasanſtalten als Licht-, Wärme- und Kraftcentralen; Journ. f. Gasbeleuchtung und Waſſerverſorgung 1892, S. 707. — [2]) Vergl. Capitel XIII.

berichten, als die ersten Kerzen angesehen werden können! Die Kunst, das Wachs zu bleichen, haben schon die Phönizier verstanden, aber zu eigentlichen Kerzen ist es erst im Mittelalter verwandt worden, nachdem schon vorher der Talg als Kerzenmaterial, wenn auch nur in beschränktem Maße, sich Eingang verschafft hatte. Dem Cultus der Kirchen ist es zu danken, daß die Wachskerzen bald in großer Ausdehnung verbraucht wurden. So wurden z. B. in der Schloß- und Stiftskirche zu Wittenberg, wo man jährlich 900 Messen las, 35 750 Pfd. Wachslichte verbrannt [1]). Der durch die Einführung der Reformation entstandene verminderte Gebrauch der Kerzen zu kirchlichen Zwecken wurde durch die erhöhte Verwendung zu profanen Beleuchtungszwecken vor allem an den fürstlichen Höfen gedeckt. So brannte man in Dresden im Jahre 1779 bei einem einzigen Hoffeste 14 000 Wachslichte [1]).

Als Docht benutzte man gedrehtes Werg und später Baumwolle; der Docht blieb in der Mitte der Kerze stehen und verbrannte nicht in gleichem Verhältniß wie die Kerze selbst, daher mußte er, wenn die Kerze immer hell brennen sollte, öfter abgeschnitten, geschneuzt, werden. Mit welcher Belästigung dieser Uebelstand verbunden war, ist ersichtlich, und Rückert verleiht seinem Unmuth Ausdruck in den Worten:

„Wüßt' nicht, was sie Besseres erfinden könnten,
Als daß die Lichter ohne Putzen brennten."

Erst als man geflochtene Dochte herstellte und diese zu den Kerzen benutzte, wurde eine gleichmäßige Flamme, die das Schneuzen unnöthig machte, erzielt, denn ein solcher Docht krümmt sich, biegt sich aus der Flamme an deren Rand und verbrennt mit derselben Regelmäßigkeit wie das Kerzenmaterial. Dieser Vortheil kam aber nur den Kerzen aus Wachs, Walrath und Stearin, das seit 1820 durch Chevreul bekannt geworden war, zu gute, während die mit geflochtenen Dochten versehenen Talgkerzen wegen des niedrigen Schmelzpunktes des Talges schief brannten und abliefen.

Die Herstellung von Kerzen gehörte bis zu den 30 er Jahren dieses Jahrhunderts mit Ausnahme einiger kleinen Fabriken der Hausindustrie an, erst zu dieser Zeit entstand die erste große Kerzenfabrik von de Milly in Paris auf Initiative von Chevreul. In dieselben Jahre fällt die Entdeckung des Paraffins von Reichenbach [2]). Bald hatte man die Wichtigkeit des Paraffins als Kerzenmaterial erkannt und schon im Jahre 1839 stellte Selligue auf einer Pariser Industrieausstellung außer anderen Producten aus dem bituminösen Schiefer Paraffin und daneben Paraffinkerzen aus [3]). Es hat an Bedeutung für den Kerzenguß im Laufe der Jahrzehnte die anderen erwähnten Materialien weit überholt, zu denen noch das besonders in Oesterreich aus Ozokerit gewonnene Ceresin gehört. Ehe die Technik so weit vorgeschritten war, das Paraffin in rein weißer Farbe zu fabriciren, versetzte man es in der Regel mit Wachs oder Stearin, färbte dieses Gemisch und stellte daraus Kerzen

[1]) Knapp, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung von Dr. R. Schilling, S. 2. — [2]) Vergl. S. 1. — [3]) Hermann, Die Industrieausstellung zu Paris im Jahre 1839.

her. Anfang der 60er Jahre konnte man von dieser Hülfe absehen und das Paraffin ungefärbt zu Kerzen verwenden. Als ein Mißgriff der sächsisch-thüringischen Industrie muß hierbei die Benutzung auch von Weichparaffin mit einem Schmelzpunkt unter 50° C. bezeichnet werden, denn diese Sorte Kerzen mußten sich natürlich schon bei mäßiger Wärme biegen und unansehnlich werden. Als ein anderer Grund für die Schwierigkeiten, mit denen anfangs die Paraffinkerze zu kämpfen hatte, um sich Eingang zu verschaffen, ist die zuerst in den Handel gebrachte schwache Form der Kerze, deutsche Façon genannt, hervorzuheben; diese Kerze war, besonders wenn sie aus Weichparaffin bestand, zum Biegen und Ablaufen sehr geeignet. Es ist wohl den erwähnten Umständen Schuld zu geben, daß die deutsche Paraffinkerze in ihrer engeren Heimath jetzt noch mehr Feinde als Freunde besitzt und nicht so beliebt wie die Stearinkerze ist, obgleich sie diese im Auslande an Absatz weit übertrifft. — Ende der 60er Jahre entschloß man sich endlich, nur hartes Paraffin zum Kerzenguß zu verwenden, und ist dieser Fortschritt im Wesentlichen C. A. Riebeck zu danken, der es auch veranlaßte, daß durch eine Veröffentlichung vom 1. März 1870 sich sechs Kerzenfabrikanten der sächsisch-thüringischen Industrie, darunter er als größter, verpflichteten, nur weiße Paraffinkerzen in harter Waare unter Angabe des Schmelzpunktes auf den Etiketten zu fabriciren. — Wie in der Provinz Sachsen das Paraffin aus dem Braunkohlentheer, so dient in Schottland das aus dem Schiefertheer zum Kerzenguß. — Es muß noch erwähnt werden, daß die allmälig verbesserte Herstellung der Dochte und deren Präparation wesentlich dazu beigetragen haben, gut brennende Kerzen, wie sie jetzt in den Handel kommen, zu fabriciren.

II. Die Rohstoffe.

Das Kerzenmaterial.

Jetzt werden in der sächsisch-thüringischen Industrie nur Paraffinkerzen gegossen mit einem Schmelzpunkte von 53 bis 56° C. Seltener fabricirt man solche mit niedrigerem (50 bis 52° C.) oder höherem (60° C.) Schmelzpunkt. Die Kerze mit dem Schmelzpunkte von 53° C. bezeichnet man als Paraffin-, und die mit einem solchen von 54° C. als Brillantkerze. Zu Krystallkerzen wird Paraffin von 54 bis 56° C. Schmelzpunkt genommen, das in der Farbe besonders gut ist; die Kerzenfabrik Waldau (Waldauer Braunkohlen-Industrie-Actien-Gesellschaft zu Waldau bei Osterfeld) bringt seit einigen Jahren „Saloneiskerzen“ in den Handel, die einen Schmelzpunkt von 60 bis 61° C. besitzen. Als Material für die Weihnachtsbaumkerzen dient gleichfalls Paraffin mit 54° Schmelzpunkt. Zu Naturellkerzen benutzt man gelbliches Paraffin, das gewöhnlich nicht so sorgfältig raffinirt ist oder als Abfall bei der Herstellung der besseren Kerzensorten resultirt. Allen Paraffinkerzen wird etwas Stearin (1 bis 2 Proc.) zugesetzt, denn reine Paraffinkerzen sind nur schwer aus den Gießformen zu drücken. — Neben den Paraffinkerzen werden Compositionskerzen in den Kerzenfabriken der sächsisch-thüringischen Industrie hergestellt.

Diese Composition besteht durchschnittlich aus $^1/_3$ Stearin und $^2/_3$ Paraffin von einem Schmelzpunkt von 50° C. oder darunter und hat selbst einen Schmelzpunkt von 48 bis 49° C. Man muß hierbei tadelloses Stearin verbrauchen, es muß einen möglichst hohen Erstarrungspunkt (52 bis 54° C.), rein weiße Farbe besitzen und nur wenig Oelsäure enthalten. Der Schmelzpunkt einer Mischung von Paraffin und Stearin wird nicht durch den Durchschnitt der Schmelzpunkte seiner Componenten wiedergegeben, sondern liegt niedriger [1]). In folgender Tabelle sind die Resultate der Untersuchungen von verschiedenen Mischungen zwischen Paraffin und Stearin zusammengestellt:

Paraffin in Procenten	Schmelzpunkt	Stearin in Procenten	Schmelzpunkt	Berechneter Schmelzpunkt	Gefundener Schmelzpunkt	Differenz
90	36,5	10	54	38,25	36,5	1,75
66,6	36,5	33,3	54	42,33	39	3,33
33,3	36,5	66,6	54	48,16	45,75	2,41
10	36,5	90	54	52,25	51,75	0,50
90	37,5	10	54	39,15	36,5	2,65
66,6	37,5	33,3	54	43,00	35,5	7,50
33,3	37,5	66,6	54	48,50	47,0	1,50
10	37,5	90	54	52,35	52,0	0,35
90	40,75	10	54	42,07	39,75	2,32
66,6	40,75	33,3	54	45,16	40,50	4,66
33,3	40,75	66,6	54	49,58	47,50	2,08
10	40,75	90	54	52,67	52,00	0,67
90	45	10	54	45,9	44,0	1,9
66,6	45	33,3	54	48,0	40,75	7,25
33,3	45	66,6	54	51,0	48,0	3,0
10	45	90	54	53,1	52,5	0,6
90	48,5	10	54	49,05	47,5	1,55
66,6	48,5	33,3	54	50,33	45,0	5,33
33,3	48,5	66,6	54	52,16	47,75	4,41
10	48,5	90	54	53,45	52,5	0,95
90	50	10	54	50,4	49	1,4
66,6	50	33,3	54	51,33	47	4,33
33,3	50	66,6	54	52,66	47,5	5,16
10	50	90	54	53,60	52,5	1,1
90	54	10	54	54	53	1
66,6	54	33,3	54	54	49	5,0
33,3	54	66,6	54	54	47	7,0
10	54	90	54	54	52,5	1,5
90	56,5	10	54	56,25	55,5	0,75
66,6	56,5	33,3	54	55,66	52,0	3,66
33,3	56,5	66,6	54	54,83	47,5	7,33
10	56,5	90	54	54,25	52,5	1,75

[1]) Vgl. Grotowsky, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 24, Lief. 6.

Verwendet man zu den Compositionskerzen kein Stearin von der angegebenen guten Beschaffenheit, so verändert die Kerze bald ihr Aussehen und die Farbe schlägt ins Gelbliche um. Eine gute Compositionskerze muß ein der Stearinkerze ähnliches Aussehen haben, das sich selbst durch längeres Lagern nicht ändert. Stearin und Paraffin gemischt zum Kerzenguß zu verwenden, ist zuerst in österreichischen Fabriken versucht worden. Man brachte von da die Melaynkerzen, die aus gleichen Theilen von beiden Materialien bestanden, in den Handel[1]). Das Stearin wird außer den erwähnten noch in anderen Verhältnissen mit dem Paraffin zum Kerzenguß gemischt; bei einem Zusatz von 5 Proc. Stearin wird dem Paraffin das Durchscheinende genommen und bei einem solchen von 30 Proc. wird es vollkommen opak.

Die Stearinkerzen, wie sie in den Kerzengießereien fabricirt werden, die gewöhnlich mit einer Stearinfabrik verbunden sind, enthalten in der Regel 1 bis 2 Proc. unverseifbare Bestandtheile, die aus Paraffin von mittlerem Schmelzpunkte bestehen. In den Kerzengießereien der sächsisch-thüringischen Industrie werden keine Stearinkerzen gegossen. — Die verschiedenen Sorten von Stearinkerzen, die als Prima-, Secunda- und Tertiakerzen bezeichnet werden, unterscheiden sich durch die Reinheit des dazu benutzten Materials. Die Primakerze besitzt eine rein weiße Farbe und besteht aus einem Stearin von hohem Erstarrungspunkte (52 bis 54° C.) mit geringem Oelsäuregehalt. Die Secundakerze hat ein gelbliches Aussehen und schmilzt bei 48 bis 50° C. Bei der Tertiakerze treten die Eigenschaften der Secundakerze noch mehr hervor, sie schmilzt bei 46 bis 47° C.

Als Kerzenmaterial müssen noch Ceresin und Bienenwachs angeführt werden. Aus Wachs werden nur noch Kerzen in geringer Menge hergestellt. Altarkerzen mußten früher in der katholischen Kirche daraus bestehen, denn es war vorgeschrieben: Cera ex apibus parata. Jetzt sind sie hauptsächlich durch solche aus Erdwachs, Ceresin, zuweilen auch durch Stearin und Paraffin verdrängt worden. Die Ceresinkerzen werden im Vergleich zu Stearin- und Paraffinkerzen nur in beschränkter Menge erzeugt. Zu ihrer Herstellung werden Gießmaschinen nur von einigen Fabriken angewandt, zumal da viele solche Kerzen mit Verzierungen versehen werden und daher ohnehin durch Guß nicht zu fabriciren sind.

Walrath und Talg, woraus zuerst Kerzen hergestellt wurden, verlieren mehr und mehr an Bedeutung für den Kerzenguß. — Plattirte Talgkerzen sind solche, die aus einer Schale von Stearin und einem Kern von Talg bestehen. — Die englischen Compositkerzen sind aus einem Gemisch von Stearinsäure und Cocosnußstearin zusammengesetzt und schmelzen sehr niedrig.

Der Docht.

Der Docht besteht jetzt immer aus Baumwollenfäden, früher zuweilen aus Flachs oder Hanffasern. Er ist entweder gedreht oder geflochten. Die zuletzt

[1]) Wagner's Jahresber. 1869, S. 704.

angeführte Dochtsorte gelangt meist zur Verwendung. In dem gedrehten Docht liegen die einzelnen Fäden wie Schraubenlinien neben einander und in dem geflochtenen sind sie zopfartig in einander verschlungen. Die gedrehten Dochte blieben beim Brennen der Kerze in der Flamme stehen und mußten öfter von dem Rußansatz durch Lichtputzscheeren befreit werden, um eine helle Flamme zu erhalten. Die geflochtenen hingegen biegen sich durch die Spannung der Fäden um und verbrennen im Verhältniß zum Kerzenmaterial. Cambracères hat zuerst solche Dochte hergestellt. Gut gebleichte Dochte sind den ungebleichten vorzuziehen, und das Garn muß gleichförmig dick und rein gesponnen sein. Die Stärke der Dochte richtet sich nach der Stärke der Kerze; das geschmolzene Kerzenmaterial muß vollständig von dem Dochte aufgesogen werden. Man verwendet Dochte von 15 bis 60 Fäden, so brennt z. B. eine Kerze von 14 bis 17 mm Durchmesser mit 30fädigem und eine von 22 bis 24 mm mit 42fädigem Dochte am besten.

Je nach den Eigenschaften des Kerzenmaterials benutzt man Dochte, deren Garn lose oder fest geflochten und von mehr oder weniger wolliger Beschaffenheit ist.

Um ein leichteres Verbrennen zu erzielen, wird der Docht präparirt. Man bringt ihn für Paraffinkerzen zunächst in ein Schwefelsäurebad von 2° Bé. wäscht gut aus, trocknet und tränkt ihn dann mit einer Lösung von 60 g Borax, 30 g Chlorammonium, 30 g Chlorkalium und 30 g salpetersaures Kalium in vier Liter Wasser [1]). Eine bewährte Vorschrift für die Präparation der Dochte zu Paraffinkerzen ist auch folgende. Der Docht wird in der fünffachen Menge Wasser gekocht, das je 0,35 bis 0,36 Proc. concentrirte Schwefelsäure und phosphorsaures Ammoniak enthält. — Für Dochte zu Compositionskerzen nimmt man eine wässerige Lösung von je 0,64 Proc. phosphorsaurem und schwefelsaurem Ammoniak, ferner 0,16 Proc. salpetersaurem Ammoniak und 0,04 Proc. Borsäure.

Zur Präparation der Dochte für Stearinkerzen verwendet man folgende Salzlösungen [2]): In einem Liter Wasser werden 4,5 g Borsäure und 18 g schwefelsaures Ammoniak aufgelöst, noch besser soll sich die Lösung von 10 g phosphorsaurem Ammoniak und 25 g salpetersaurem Ammoniak bewährt haben. Nach de Milly wird der Docht zunächst mit Wasser, dem 0,3 Proc. Schwefelsäure zugesetzt worden ist, und dann mit einer heißen Lösung von 115 g Borsäure und 50 g Schwefelsäure in 50 Liter Wasser behandelt. Auch eine Mischung von 115 g Borsäure und 500 g schwefelsaurem Ammoniak in 100 Liter Wasser soll empfehlenswerth sein.

Von den Walrathkerzen, die in England als Normalkerzen gelten, wird verlangt, daß der Docht folgender Behandlung unterworfen worden ist [3]). Der gebleichte Docht wird zunächst in destillirtem Wasser gewaschen, dem 1 bis 2 Proc. concentrirte Ammoniakflüssigkeit zugefügt ist, dann in verdünnter Salpetersäure, die 10 Proc. concentrirte Säure enthält, und darauf wiederholt

---

[1]) Grotowsky, Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, S. 394. — [2]) E. Marazza, L'Industria stearica, p. 126 u. 127. — [3]) Journal of Gas Lighting 1893, II, p. 1133 u. 1134.

in destillirtem Wasser. Zu der nun folgenden Präparation benutzt man Wasser, das 28 g Borsäure und 56 g flüssiges Ammoniak in 4,5 Liter enthält.

Nach der Präparation wird der Docht gut ausgewrungen, was durch Handarbeit oder mit Wringmaschinen geschehen kann und dann vollständig getrocknet. Der trockene Docht wird um Spulen oder in Knäuele gewickelt, wozu man sich einfacher maschineller Vorrichtungen bedient. Die Figuren 94 und 95 zeigen derartige Maschinen [1]). — Die Knäuele werden in dem Gießsaal zweckmäßig in Wärmekasten aufbewahrt, aus denen sie direct in die Gießmaschine zum Verbrauch gelangen. Es ist unbedingt erforderlich, den Docht vor jeder Feuchtigkeit zu schützen, da sonst der Brand der Kerze beeinträchtigt wird.

Fig. 94.

Welche Bedeutung die Kerzenindustrie gewonnen hat, geht auch aus dem Consum an Docht, der höchstens $^1/_2$ Proc. der Kerze beträgt, hervor, denn die sächsisch-thüringische Industrie allein kauft jährlich für 100 000 Mark Dochte.

Die Farben.

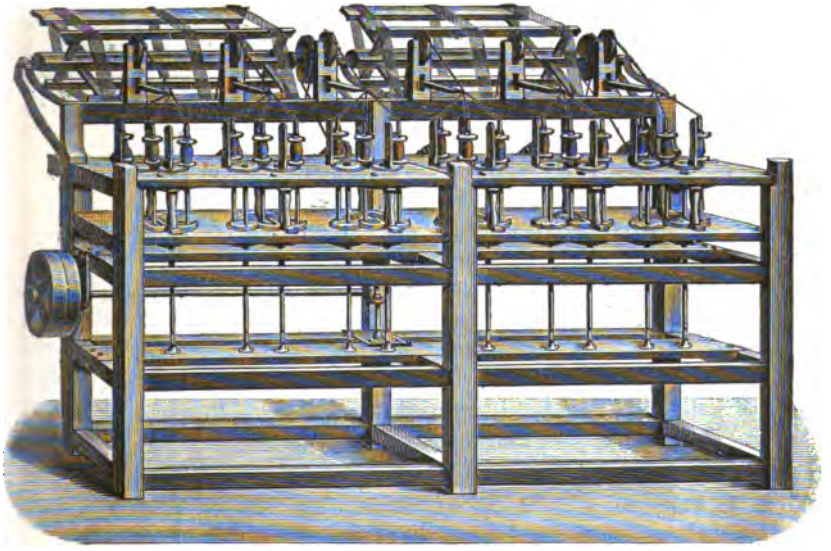
Wenngleich die ursprüngliche Farbe des Kerzenmaterials, im Besonderen die weiße durchscheinende des Paraffins, den Ansprüchen des Publicums genügen sollte, so hat sich doch das Bedürfniß geltend gemacht, die Kerze in allen möglichen Farben herzustellen, und ist die Fabrikation farbiger Kerzen zu einem bedeutenden Zweige des Kerzengewerbes überhaupt geworden. Der Geschmack des Orients, Kerzen in möglichst grellen Farben zu verlangen, dem das Exportgewerbe gerecht werden mußte, und auch die schon erwähnte Verwendung, besonders der Paraffinkerze zum Schmucke des Weihnachtsbaumes, haben wesentlich mit dazu beigetragen. — Früher färbte man die Kerzen meist mit Mineralfarben, die zum Theil sogar giftig waren und ihrer Unverbrennlichkeit wegen am Docht hängen blieben und Rußen und schlechtes Brennen der Kerze verursachten. Als rothe Farbe nahm man Zinnober und Mennige, als Rosa: Farbröthe und Krapplack, für Gelb:

[1]) Lieferanten sind unter anderen: Reinhold Wünschmann in Leipzig und P. Morane ainé in Paris.

chromsaures Blei, Schwefelarsen und chromsaures Zink, für Grün: Schweinfurter Grün, Grünspan und später stearinsaures und palmitinsaures Kupfer, und für Blau: Ultramarin. Zum Schwarzfärben benutzte man Anacardiumschalen [1]).

Jetzt sind fast allgemein Theerfarbstoffe im Gebrauch, und erzielt man damit sehr schöne Farbentöne. An eine gefärbte Kerze muß man zwei Bedingungen stellen: einmal darf der Brand der Kerze durch den Farbstoff nicht im Geringsten beeinträchtigt werden, und zum anderen muß die Farbe haltbar sein, sie darf sich selbst nach längerem Liegen auch im Sonnenlichte nicht verändern und darf nicht abfärben. Die letztere Erscheinung muß wohl auf Sublimation des Farbstoffes zurückgeführt werden. Die erste Bedingung wird in der Regel von allen Theerfarbstoffen erfüllt, die zweite nur von einer sehr beschränkten

Fig. 95.



Anzahl. Für Roth, Rosa, Orange, Gelb, Violett und Blau sind schöne haltbare Farbstoffe gefunden worden, hingegen für Grün nicht. Die grünen Farbstoffe scheinen durch die Fettsäuren angegriffen zu werden, was bei den anderen bewährten Farbstoffen nicht der Fall ist. Räthselhaft ist das Verhalten von Brillantgrün gegen die verschiedenen Sorten von Handelsstearin, worauf wir später noch zu sprechen kommen. Schwarze, gut brennende Kerzen kann man nicht herstellen. Erwähnt sei noch, daß man für bunte Paraffinkerzen nur das beste und reinste Paraffin verwenden darf. — Der Farbstoff wird, wenn er in dem Kerzenmaterial löslich ist, diesem direct in dem erfahrungsgemäß festgestellten Procentsatz, der 0,1 bis 1,0 ausmacht, zugesetzt. Ist der Farbstoff

[1]) Wagner's Jahresber. 1866, S. 689; Chem.-Ztg. 1884, S. 468.

unlöslich, so muß man ihn durch einen Ueberträger einführen, z. B. fügt man dem Paraffin das gefärbte Stearin, worin der Farbstoff sich löst, zu. Wird er weder von Stearin noch von Paraffin aufgenommen, so löst man ihn in Alkohol und setzt diesem Stearin zu, verdunstet den Alkohol und färbt nun mit dem mechanisch mit fein vertheiltem Farbstoff beladenen Stearin. Auch bei dieser Arbeitsweise vertheilt sich die Farbe vollständig gleichmäßig in dem Kerzenmaterial.

Die deutschen Kerzenfabriken haben sich namentlich die Fortschritte der deutschen Theerfarbenindustrie zu Nutze gemacht. Als organische Farbstoffe zum Färben der Paraffinkerzen mag die folgende Aufzählung genügen:

Farbstoffgruppe	Bezeichnung	Färbung
1. Nitrofarbstoffe	Pikrinsäure	Gelb
"	Martiusgelb	"
2. Azofarbstoffe	Anilingelb	"
"	Echtgelb	"
"	Diamantorange	Gelbroth
"	Goldorange	Orange
"	Judiengelb	Gelbroth
"	Sudan	Roth
"	Thiazolgelb	Gelb
"	Tropäoline	Orange
3. Triphenylmethanfarbstoffe	Brillantgrün	Grün
"	Methylgrün	"
"	Methylviolette	Violett
"	Aethylviolett	"
"	Seidenblau	Blau
"	Säureviolett	Violett
"	Spritblau	Blau
"	Victoriablau	"
"	Victoriagrün	Grün
4. Phtaleïne	Eosine	Rosa
"	Rhodamine	"
"	Rose bengale	Roth
5. Chinolinfarbstoffe	Chinolingelb	Gelb
"	Flavanilin	"
6. Natürliche Farbstoffe	Alkannin	Roth
"	Carmin	"
"	Paprica	"
"	Curcuma	Gelb
"	Gummi Gutti	"
"	Chlorophyll	Grün.

Bei der sehr geringen Menge, die zum Färben der Kerzen von dem Farbstoffe, wenn er sich gut zu diesem Zwecke eignet, gebraucht wird, ist der Consum an Farbstoffen in wirthschaftlicher Beziehung nicht von großer Bedeutung, jedoch

kann er immerhin in der sächsisch-thüringischen Industrie auf 5000 bis 8000 Mark für das Jahr veranschlagt werden.

Außer den gefärbten Kerzen dienen noch solche mit Bildern und Verzierungen versehene als Luxuskerzen. Dieser Schmuck muß durch Handarbeit ausgeführt werden und eignet sich die Herstellung dieser Kerzen nur für den Kleinbetrieb. Sie brennen in der Regel wegen des gewöhnlich unverbrennlichen Zierraths nicht gut.

In seltenen Fällen werden die Kerzen auch parfümirt; dies geschieht in der Weise, daß man das Parfüm dem geschmolzenen Kerzenmaterial vor dem Kerzenguß zusetzt; man bedarf dazu von kräftigen Mitteln, wie Amylacetat, nur geringer Mengen, etwa 0,1 bis 0,3 Proc. Man muß bei der Auswahl dieser Zusatzmittel solche benutzen, die sich vollkommen in dem Kerzenmaterial lösen. Dasselbe gilt von den Chemikalien, die der Kerze beigefügt werden, um beim Verbrennen desinficirend zu wirken. Feste, in dem Kerzenmaterial nur mechanisch vertheilte Stoffe beeinträchtigen den Brand der Kerze erheblich. Die Herstellung von parfümirten und Desinfectionskerzen ist bisher keine fabrikative gewesen und erscheint es auch zweckmäßiger, die durch solche Kerzen erzielte Wirkung auf anderem und bequemerem Wege zu erlangen.

III. Die Form der Kerzen.

Da die Kerzenfabrikanten dem Geschmacke des Publicums nicht allein in der Farbe, sondern auch in der Form der Kerzen gerecht werden müssen, so hat sich darin eine große Verschiedenheit, nicht immer angenehm, bemerkbar gemacht. Die Kerze wird nach vielerlei Gewicht berechnet, das sich auf Packet und Anzahl bezieht und außerordentlich variirt. Um die Formen der Kerzen zu veranschaulichen, sei hier eine tabellarische Uebersicht der größten Anzahl von Kerzentypen gegeben, die in der sächsisch-thüringischen Industrie gegossen werden. Der Tabelle sind zur weiteren Erklärung vier Tafeln (hinter S. 240) beigefügt.

Nummer der Figur	Durchmesser am Fuße der Kerze in Millimetern	Länge der Kerze in Millimetern	Anzahl der Kerzen im Packet	Gewicht des Packets in Grammen
	Tafel I. Glatte Paraffinkerzen.			
1 [1])	32	680	1	450
1 [1])	32	750	1	500
2 [1])	30	415	1	225
2 [1])	30	446	1	250
16 [2])	28	153	6	500
18 [2])	27	128	8	500

[1]) Altarkerze. — [2]) Wagenkerze.

Nummer der Figur	Durchmesser am Fuße der Kerze in Millimetern	Länge der Kerze in Millimetern	Anzahl der Kerzen im Packet	Gewicht des Packets in Grammen
3	25	350	3	425,1
3	25	370	3	453,5
3	25	400	3	480
4 [1]	24	260	4	400
4	24	280	4	425,1
4	24	290	4	450
4	24	294	4	460
4	24	324	4	500
4	23,5	235	4	360
4	23,5	240	4	368,5
4	23,5	245	5	460
15	21	193	6	368,5
15	21	203	5	312,5
15	21	203	8	500
8	21	209	6	396,8
8	21	225	6	425,1
8	21	239	6	450
8	21	240	6	453,5
8	21	250	6	470
5 [2]	21	309	5	500
17	20	140	12	453,5
13	20	181	8	396,8
13	20	187	6	311,8
13	20	192	8	425,1
13	20	201	6	333,3
13	20	204	8	450
13	20	206	8	453,5
13	20	215	5	300
6	20	235	6	395
6	20	294	4	333,3
6 [2]	20	302	6	500
7 [2]	19,5	238	8	500
7	19,5	253	5	333,3
10	18	244	6	333,3
14	17	202	8	333,3
9	17	207	6	255,1
9	17	213	8	340,1
9	17	228	6	283,4
9	17	229	8	368,5
9	17	250	6	312,5
11	15	220	6	226,7

[1]) Englische Façon. — [2]) Deutsche Façon.

Nummer der Figur	Durchmesser am Fuße der Kerze in Millimetern	Länge der Kerze in Millimetern	Anzahl der Kerzen im Packet	Gewicht des Packets in Grammen
11	15	223	8	312,5
12	14	220	6	200
12	14	220	10	312,5
	Tafel II. Gereifte und gewundene Paraffinkerzen.			
1	24	268	4	396,8
1	24	270	4	400
1	24	286	4	425,1
1	24	302	4	450
1	24	305	4	453,5
1	24	310	4	460
1	24	335	4	500
1	23,5	244	4	360
1	23,5	248	4	368,5
1	23,5	251	5	460
6 [1])	23	210	6	396,8
6	23	225	6	425,1
6	23	235	6	450
6	23	240	6	453,5
11	22	170	8	396,8
11	22	172	8	400
11	22	180	8	425,1
11	22	190	8	450
11	22	195	8	453,5
9	22	200	6	368,5
9	22	208	5	312,5
2	21	292	4	302
2	21	310	4	333,3
2	21	310	6	500
2	20,5	250	6	395
7	20	180	6	280
7	20	195	6	300
7	20	205	6	312,5
7	20	215	6	333,3
7	20	220	6	340,1
3	20	285	5	333,3
3	20	295	4	280
3	19,5	272	8	500
8	18	155	12	340,1
8	18	165	12	368,5
8	18	175	12	396,8

[1]) Englische Façon.

Nummer der Figur	Durchmesser am Fuße der Kerze in Millimetern	Länge der Kerze in Millimetern	Anzahl der Kerzen im Packet	Gewicht des Packets in Grammen
8	18	180	8	280
8	18	186	12	425,1
8	18	195	6	226,7
8	18	198	12	453,5
8	18	215	8	333,3
4	18	220	8	340,1
4	18	225	8	340
4	18	240	6	283,4
4	18	240	8	368,5
4	18	282	6	333,3
10 [1]	17	205	8	312,5
5 [1]	17	270	6	312,5
13 [2]	21	250	6	480
18 [2]	19	145	12	450
16 [3]	20	180	8	500
15 [3]	20	205	6	450
12 [3]	19	265	6	415
14	19	222	5	500
17 [4]	17	174	18	500
Tafel IIIa. Gereifte Paraffin-Baumkerzen.				
1	15	110,5	15	226,7
1	15	114	15	250
2	12	102	24	226,7
2	12	110	24	250
3	11,5	100	30	226,7
3	11,5	107,5	30	250
4	10	95	40	226,7
4	10	105,5	40	250
7	9	59	72	226,7
6	9	67	60	226,7
5	9	81	50	226,7
Tafel IIIb. Stearincompositions-Baumkerzen.				
11	15	102	30	500
8	15	122	24	500
9	13,5	116	30	500
10	13	108	36	500
12	13	98	40	500
13	13	86	48	500

[1]) Deutsche Façon. — [2]) Self-fitting-Kerze. — [3]) Renaissance-Kerze. — [4]) Astral-Kerze.

Nummer der Figur	Durchmesser am Fuße der Kerze in Millimetern	Länge der Kerze in Millimetern	Anzahl der Kerzen im Packet	Gewicht des Packets in Grammen
	Tafel IV. Stearincompositions-Kerzen.			
1	24	315	4	500
1	22	175	8	440
9	21	195	5	312,5
9	21	197	8	500
4	21	245	6	440
4	21	262	6	470
2	21	300	5	500
13	20	100	12	312,5
13	20	105	12	333,3
13	20	144	12	453,5
3	20	271	4	312,5
3	20	285	4	333,3
3	20	295	6	500
5	19	236	8	500
5	19	250	5	333,3
7	18	240	6	333,3
11	17	197	8	333,3
11	17	200	12	500
6	17	249	6	312,5
12	15,5	150	20	500
12	15,5	153	12	312,5
8	15	223	8	312,5
10	13	195	20	500
10	13	200	12	312,5
14	18 (22)	190	8	500
15	20 (24)	208	6	500
16	20,5 (25)	233	5	500

Hierzu ist noch zu bemerken, daß zuweilen die unter Paraffinkerzen angegebenen Typen auch in Stearincomposition gegossen und umgekehrt, daß die unter Compositionskerzen angeführten Sorten auch als Paraffinkerzen hergestellt werden.

Zum Vergleich mag die von Marazza [1]) aufgestellte Tabelle von Stearinkerzen-Typen beigefügt werden.

[1]) L'Industria stearica, p. 141 u. 142.

Durchmesser am Fuße der Kerze in Millimetern	Länge der Kerze in Millimetern	Gewicht der Kerze in Grammen	Durchmesser am Fuße der Kerze in Millimetern	Länge der Kerze in Millimetern	Ge... der ... Ker...
12,5	100	12,5	20,3	260	8
12,5	125	15	20,4	390	1
12,5	135	16,65	20,4	450	1
12,5	165	20	21	95	
13,3	155	22,25	21	102,5	
13,3	230	32	21	117,5	
15,5	187,5	35	21	140	
15,5	215	40	21	160	
16,6	267,5	53,3	21	262,5	
17,6	135	33,3	21	292,5	
17,6	150	35	21,1	262,5	
17,6	170	40,6	21,1	292,2	
17,6	185	43,3	21,1	295	
17,6	205	48,75	21,7	305	
17,6	210	50	22	1	
17,6	220	52	22	150	
17,6	230	54,20	22	410	
17,6	250	58	22	457,5	
17,6	255	60	22,5	310	
17,6	270	64	26,5	95	
18,6	245	65	26,5	102,5	
18,6	250	66,65	26,5	120	
18,6	270	72,50	26,5	137,5	
18,6	297,5	80	27,3	132,5	
20,3	157,5	48,75	27,3	150	
20,3	240	75	32,8	85	
20,3	252,5	78	32,8	220	
20,3	257,5	80			

Außer den aufgezählten Kerzenformen giebt es noch andere aus ... oder Ceresin, deren Fläche zuweilen die verschiedenartigsten Windungen zeigt, ... sind solche mit Canälen in dem Kerzenmaterial und es ist sogar eine Form ... rundem Hohldocht[1]), durch den der Flamme Luft zugeführt wird, und so ... Intensität erhöhen soll, hergestellt worden. Erwähnt sei noch die Spar... von Ullrich[2]), die terrassen- oder stufenförmig geformt ist, damit das ... tropfende flüssige Kerzenmaterial von den Stufen aufgefangen wird, dort ... und später mit verbrennen soll.

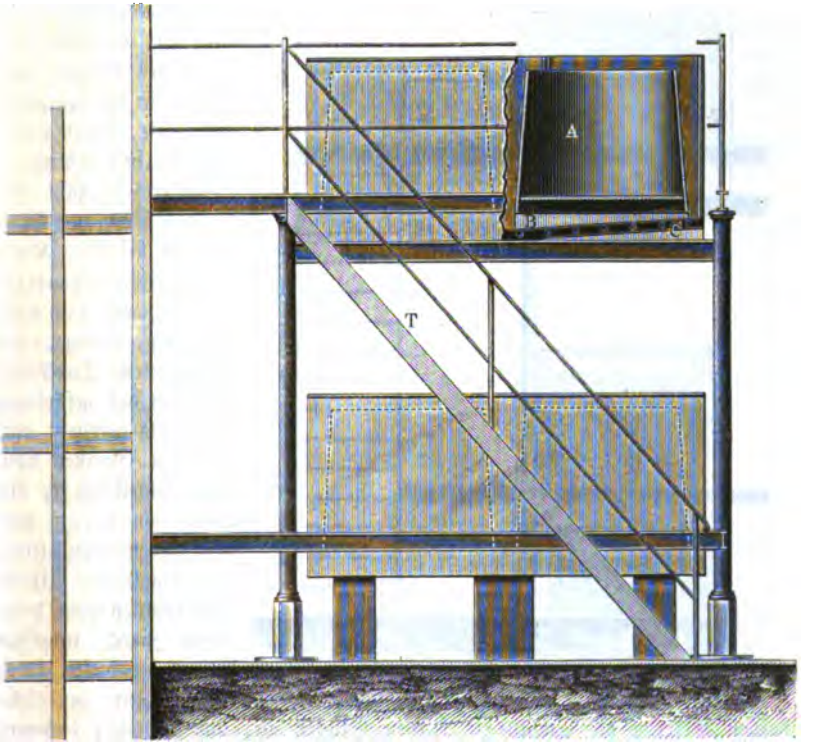
[1]) D. R.-P. Nr. 21 037. — [2]) D. R.-P. Nr. 48 073; Wagner's Jahres... 1889, S. 24.

IV. Der Betrieb.

Die Vorbereitung des Kerzenmaterials.

Der Betrieb theilt sich in die Vorbereitung des Kerzenmaterials und in den Guß. Das ursprüngliche Kerzenmaterial der sächsisch-thüringischen Fabriken, Paraffin, Stearin und zuweilen Farbenpasten, werden mit den Rückgängen der Kerzenfabrikation, den sogenannten Brocken, die die Abfälle des Gießprocesses und der Kerzenpackerei darstellen, im geschmolzenen Zustande zur

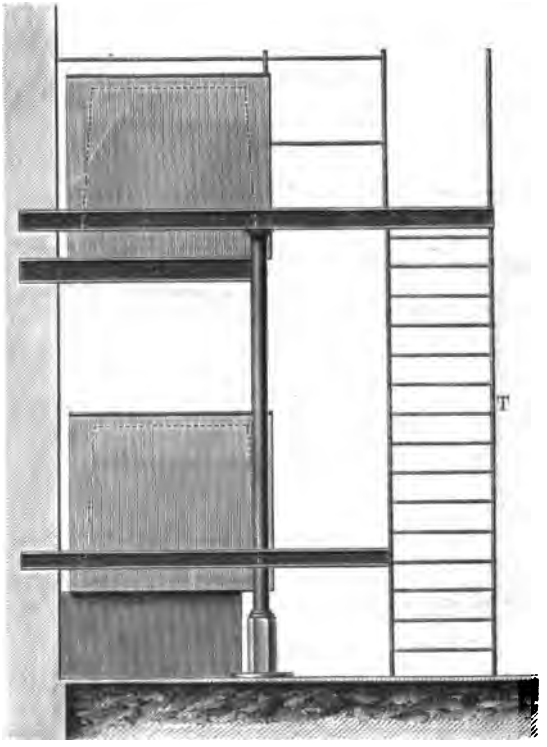
Fig. 96.



Herstellung des Gießmaterials entsprechend gemischt, wobei die verschiedenen Eigenschaften dieser Stoffe berücksichtigt werden müssen. Ihr chemisches Verhalten zum Material der Apparate und unter einander stellt an die Apparate ganz bestimmte Forderungen. — Als Material für die Behälter des Paraffins und Stearins im geschmolzenen Zustande hat sich bisher Holz am besten bewährt, man nimmt gewöhnlich polnische Kiefer oder Weißtanne dazu, da diese sehr kleinporig sind. Die Behälter werden mit einem Fassungsraume von 2 bis 3 cbm angewandt,

und das Paraffin wird darin durch direct einströmenden Dampf warm gehalten. Für kleinere Mengen werden zuweilen auch glasirte Thontöpfe von 100 bis 150 Liter Inhalt benutzt. Kupferne Gefäße, die für Stearin natürlich ausgeschlossen sind, sind auch zur Aufbewahrung des Paraffins nicht geeignet, während man Rohrleitungen aus Kupfer, in denen sich das Paraffin nur kurze Zeit befindet, ohne Bedenken verwenden kann. Von allen billigeren Metallen scheint Nickel das zu sein, was Stearin am wenigsten angreift, und für Paraffin haben sich außerdem noch Zink und Zinn als die passendsten erwiesen. Die Metallgefäße besitzen vor denen aus Holz den großen Vorzug, daß man bei ihnen vor jedem Verluste an Kerzenmaterial sicher ist, während die Poren des Holzes, besonders in der warmen Jahreszeit, einen relativen Verlust bedingen. Besondere Vorsicht in der Berührung mit Metallen ist bei allen Kerzenmaterialien, soweit es Stearin, wenn auch nur in geringer Menge, enthält, geboten. Das Aufschmelzen des gefärbten Materials geschieht am besten in Gefäßen von Rein-Nickelblech [1]), die zuerst von Krey angewandt worden sind. Gut emaillirte Eisenkessel erfüllen wohl denselben Zweck, indessen springt bei diesen nach einiger Zeit bei lebhaftem Betriebe die Emaille in kleinen Stücken ab, und entstehen dadurch Unzuträglichkeiten. In der Fabrik Webau bei Weißenfels a. S. sind zur Zeit 10 Rein-Nickelgefäße von etwa je 120 Liter Inhalt im Gebrauch, die in eiserne, durch Dampf erwärmte Kasten eingesetzt sind. — Die Holzgefäße sind, wie schon erwähnt, besonders in der warmen Jahreszeit für den geschmolzenen heißen Inhalt etwas durchlässig; wenn auch das durchdringende

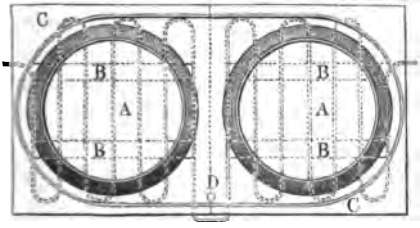
Fig. 97.



[1]) Geliefert von dem Westfälischen Nickelwalzwerk Fleitmann, Witte u. Comp. in Schwerte, Westfalen.

Material bald erstarrt und so nicht verloren geht, so wird es doch leicht verunreinigt und in seinem Werthe vermindert. Dies macht sich namentlich in größeren Betrieben geltend und hat dieser Uebelstand in der Fabrik Webau bei Weißenfels a. S. zur Construction von besonderen Aufschmelzeapparaten Veranlassung gegeben, wie sie die Figuren 96, 97 und 98 erläutern. Fig. 96 (a. S. 241) stellt die Ansicht der in zwei Etagen über einander stehenden Schmelzgefäße dar, bei der oberen ist zugleich der Durchschnitt des Kastens und des Gefäßes gezeigt; in Fig. 97 sehen wir die Seitenansicht und Fig. 98 veranschaulicht den Grundriß einer Aufschmelzeinrichtung. Zwei hölzerne Gefäße *A* ruhen mit den hölzernen Unterlagen *B* auf den gußeisernen Heizkörpern *C*, die mit Abdampf geheizt werden, geneigt stehen und mit einer Decke aus dünnen Rein-Nickelblechen versehen sind. Das Ganze ist mit Wänden aus Eisenblech umgeben, und ist die eine Wand so eingerichtet, daß sie bequem geöffnet und dann ein Gefäß ausgewechselt werden kann. Das etwa durch die Holzwände der Gefäße schwitzende Kerzenmaterial fließt auf dem Nickel-Blechboden entlang, bei *D* aus und geht in die Fabrikation direct zurück. Die beiden Etagen sind durch die eiserne Treppe *T* mit einander und mit dem Fußboden verbunden. Das Kerzenmaterial wird, so weit es nicht im flüssigen Zustande durch Rohrleitungen in die Gefäße befördert wird, mit einem seitlich angebrachten Fahrstuhl dahin geschafft.

Fig. 98.



Der Kerzenguß.

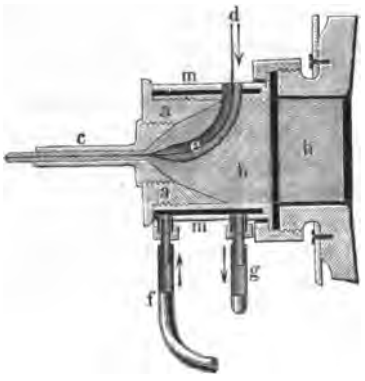
Die älteste Methode, Kerzen herzustellen, ist die des Ziehens, daher rührt jetzt noch die Bezeichnung gezogene Lichte für Kerzen. Man hängt einen oder mehrere Dochte, gewöhnlich 15 bis 20, an einen dünnen Stock, Lichtspieß, und taucht sie in das geschmolzene Material. Dann zieht man sie heraus und läßt die an den Dochten haftende Masse erkalten. Diese Arbeit wiederholt man so oft, bis die Kerzen die gewünschte Stärke haben. Die gezogenen Lichte sind conischer als die gegossenen, an der Spitze bedeutend dünner als am Ende.

Eine andere Art der Kerzenfabrikation ist die des Angießens. Man hängt die Dochte an einem horizontal drehbaren Ring auf und begießt sie von oben mit dem geschmolzenen Material. Damit die Kerze möglichst gleichmäßig wird, dreht man nun den Docht um und gießt von der anderen Seite, was so oft wiederholt wird, bis die Kerze die erforderliche Dicke erreicht hat. Durch geschickte Arbeit können so ganz gleichmäßig starke und runde Lichte angefertigt werden. Altarkerzen werden zuweilen jetzt noch auf diese Weise hergestellt, besonders aus Wachs. Dieses Material wird auch zu Kerzen verarbeitet, indem man es in lange Streifen formt, den Docht auf einen legt und die anderen darum. Dann rollt man die zwischen wollenen Tüchern warmgehaltene Kerze auf

einem Tische, bis sie eine gleichmäßige Cylinderform angenommen hat. Zuweilen formt man erst den Wachscylinder, bohrt dann in die Mitte ein Loch, zieht den Docht durch und füllt mit neuem Material nach.

Das Wachs kann man nicht gut zu Kerzen durch Eingießen in Formen verwenden, da es einen großen Ausdehnungscoefficienten besitzt, beim Erkalten stark schwindet und leicht hohle Stellen innen bildet. Außerdem haftet es sehr fest an der Form und die Kerze leidet beim Herausdrücken. Um Kerzen fabrikmäßig darzustellen, benutzt man die Wachskerzenpresse von Gebr. Rieß [1]), die Fig. 99 erklärt. Das Wachs wird in den Raum *b* gebracht, dessen Mantel *m* durch Dampf warm gehalten wird, der durch *f* ein- und durch *g* austritt. *e* ist ein gebogenes Rohr, durch das der Docht eingeführt wird und *c* ist die Kerzenform. Das Wachs wird im knetbaren Zustande durch einen Kolben *h* in die Form gepreßt, in die zu gleicher Zeit der Docht *d* tritt und von dem Wachs gleichmäßig umschlossen wird. Die Kerzen gelangen als zusammenhängendes Band aus der Form über eine Leitrolle zur Abkühlung in kaltes Wasser. Dann werden sie in Kerzen von der gewünschten Länge geschnitten. Man kann Formen von verschiedener Weite einsetzen, und so verschieden starke Kerzen erzeugen. — Zur Herstellung von dünnen Kerzen und von Material zu den Wachsstöcken, die aus natürlichem oder künstlichem Wachs, Ceresin, gefertigt werden, verfährt man in folgender Weise. Der Docht ist auf eine Welle gewickelt und wird von da durch das geschmolzene Wachs, das in einem Kessel sich befindet, gezogen, muß dann durch das engste Loch eines Zieheisens und wird auf einer der ersten Walze gegenüberstehenden aufgerollt. Das Zieheisen ist hufeisenförmig und mit Löchern von verschiedener Größe versehen. Von der zweiten Walze wird die dünne Kerzenschnur abermals durch das Wachsbad, dann durch das nächst größere Loch des Zieheisens geführt und auf die erste gewickelt. Diese Operation wird so lange fortgesetzt, bis die Kerzenschnur die verlangte Stärke erhalten hat. Soll sie gefärbt werden, so zieht man sie zuletzt durch gefärbtes Wachs. Die Kerzen werden von der Schnur in der gewünschten Länge abgeschnitten und die Krone, Spitze, wird durch ein Brettchen, das der Kronenform entsprechend geschweift ist, abgedreht. Eine Maschine zur Ausführung dieser Arbeiten ist von E. Rost [2]) construirt worden. — Die Ceresin- und Wachskerzen werden, wie schon angeführt, zuweilen durch Handarbeit mit

Fig. 99.



[1]) Wagner's Jahresber. 1870, S. 696. — [2]) D. R.-P. Nr. 15782; Dingl. polyt. Journ. 244, 145.

den verschiedenen Zierrathen geschmückt. — Eine umständliche Art, gerippte, geprägte und gemusterte Luxuskerzen herzustellen, ist folgende. Man erwärmt die glatten Kerzen und rollt sie zwischen Holz- oder Metallplatten, worin die betreffenden Muster eingravirt sind; oder man zieht sie durch angewärmte Scheiben, die nach dem gewünschten Muster gearbeitet sind.

Zum Kerzenguß benutzte man zuerst Formen, die aus Blech bestanden, und diese sind für Ceresin zuweilen jetzt noch im Gebrauch. Da die gegossene Kerze eine erhabene, der Blechform entsprechende Naht besitzt, so wird sie noch im warmen Zustande durch Schaben und Rollen völlig gerundet. Später stellte man gegossene Formen aus Metalllegirungen her. Diese Legirungen bestehen aus einem Theile Zinn und zwei Theilen Blei oder enthalten auch die beiden Metalle im umgekehrten Verhältniß [1]). Eine bewährte Zusammensetzung ist die aus 68 Thln. Zinn, 30 Thln. Blei und 2 Thln. Antimon. In neuester Zeit verwendet man auch eine Legirung von Zinn und Kupfer zu Kerzenformen. Im Allgemeinen stellt man an eine Legirung für Kerzengießformen die Anforderung, daß das Metall die Gießform bei seiner Herstellung vollkommen ausfülle, daß also, wenn der Kern, der beim Guß der Formen benutzt wird, blank polirt ist, auch die Kerzenformen in ihrer Innenfläche spiegelblank werden. Es ist dies im Interesse der Erzielung von Kerzen mit vollkommen glatter Oberfläche erforderlich. — Die gegossene Form hat alle übrigen aus dem Felde geschlagen, namentlich seit die Formen nicht mehr einzeln, sondern, in Gießmaschinen vereinigt, der Kerzenfabrikation dienen. Des Zusammenhanges halber sei die Herstellung der Formen gleich hier kurz geschildert. In eine aus zwei Hälften bestehende Form, die Gießflasche, wird ein vollkommen blank polirter Stahlstab, der Dorn, eingesetzt, der genau der Kerzenform entspricht und die Form am Fuße dicht abschließt. Die Form besitzt oben an der einen Seite ein kleines Luftloch und an der anderen die Oeffnung, durch die das Formmetall bei der passenden Temperatur eingegossen wird. Kurze Zeit nach dem Einguß der Metalllegirung ist die Kerzengießform erkaltet, die Gießflasche wird aus einander geklappt und die Form herausgenommen. Die Außenfläche der Form wird von den Metallansätzen gereinigt und ist dann zum Einsetzen in die Gießmaschine fertig.

Fig. 100.

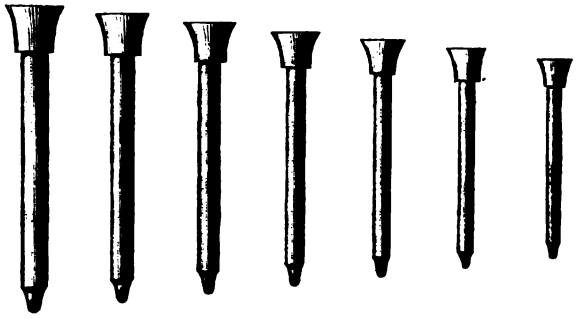
In neuester Zeit ausgeführte Versuche, Kerzenformen aus Hartglas oder Rein-Nickel zu verwenden, haben zu keinem befriedigenden Resultate geführt.

Der Kerzenguß wurde früher in folgender Weise vorgenommen. Die Kerzenform verlief nach unten conisch und bildete da die Krone der Kerze, oben war ein kleiner Trichter angebracht. Durch die Axe jeder Form wurde ein Docht gezogen, der oben durch ein Querhölzchen oder eine kleine Klemmvorrichtung in der Mitte gehalten und unten in der engen Oeffnung durch einen Pflock eingespannt wurde (Fig. 100). Kerzengießformen verschiedener Größe zeigt die Fig. 101 (a. f. S.). Die Formen wurden in einem Gefäße

[1]) Grotowsky, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 24, Lief. 6.

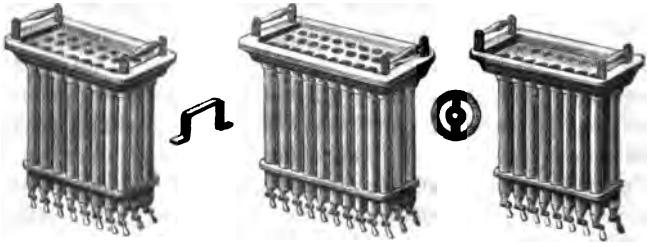
mit Dampfmantel angewärmt, in größerer Anzahl in einen Rahmen gehängt und durch die Trichter mit dem flüssigen Material gefüllt. Man kühlte die Formen nun entweder durch Luft, wie besonders im Winter, oder durch Wasser bis zum Festwerden des Kerzenmaterials. Später wurde der Kerzenguß vereinfacht und 15 bis 30 Formen in eine gemeinsame Platte mit erhabenen Rändern eingesetzt, ein Park. Parks mit 16, 24 und 30 Formen sind in Fig. 102 abgebildet. Die Befestigung des Dochtes war die gleiche wie bisher: zuweilen war am unteren Ende der Form ein kleiner Hahn angebracht, durch

Fig. 101.



dessen Oeffnung der Docht gezogen wurde. Schloß man den Hahn, so wurde der Docht fest eingeklemmt und zugleich außen abgeschnitten. Die Parks wurden, nachdem die Formen gefüllt waren, in warmes Wasser zum Vorkühlen und darauf in kaltes gehängt, bis die Kerzenmasse völlig erstarrt war. In manchen Fabriken stellte man die Parks in einen doppelwandigen Kasten,

Fig. 102.

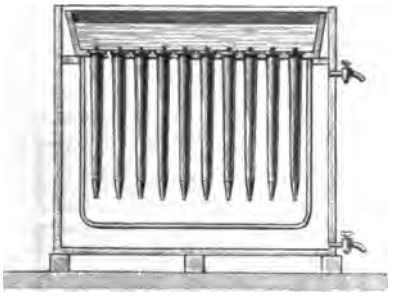


Wärmekasten, wie es Fig. 103 veranschaulicht. Darin konnten sie vor dem Guß mit Dampf angewärmt und dann mit Wasser gekühlt werden. Nach dem Erkalten der Formen wurde der Pflock am unteren Ende weggenommen oder der kleine Hahn geöffnet, die erstarrte Decke des Kerzenmaterials über den Formen abgestoßen und die Kerzen dann herausgezogen. Das Herausziehen der fertigen Kerzen war sehr umständlich, und die Kerzen mußten, wenn sie durch Aufstoßen und Klopfen nicht aus den Formen gingen, mit Korkzieher ähnlichen Werkzeugen angebohrt und gehoben werden. Zuweilen gelang es überhaupt nicht, sie in brauchbarem Zustande daraus zu entfernen. — Die

Einrichtungen konnten nur so lange zur Herstellung von Kerzen dienen, als die Kerzenfabrikation Kleingewerbe war. Als der Consum stieg, und so der Bedarf an Kerzen größer wurde, war man von allen Seiten bestrebt, Maschinen zu ersinnen, deren Bauart auf den folgenden Principien beruhen mußte; nämlich mit einem Male eine größere Anzahl von Gießformen zu füllen, zu kühlen, zu entleeren und diese gleichmäßig und dauernd mit Docht zu versorgen. Diese Frage hat zu ihrer Lösung eine lange Zeit erfordert, kann aber wohl jetzt, wo Tausende von Gießmaschinen mit Einzelleistungen von 50 bis 1000 Stück auf einen Guß im Betriebe sind, als vollkommen gelöst angesehen werden.

Eine Gießmaschine, wie sie in Frankreich zuerst Cahouet und Morane construirten, war in folgender Weise eingerichtet[1]) und wird durch Fig. 104 (a. f. S.) erklärt. Zehn Parks zu je 20 Formen *ik* waren in einem eisernen, von allen Seiten geschlossenen Kasten *A'A'* (*bbcddc*) gruppirt. Darüber ruhte auf Eisenschienen, die durch vier an den Ecken des Kastens angebrachte Säulen *A* gestützt wurden, ein kleiner beweglicher Hebemechanismus *vv*, der aus zwei Zahnstangen *u* mit Getriebe und Kurbel *u'* bestand. Die Formen in dieser Maschine wurden durch Dampf von *f* angewärmt und nach dem Guß durch einen Strom kalter Luft von *g* abgekühlt. Die kleine Hebemaschine wurde über jeden Park gerollt, die Zahnstangen in die eingegossenen Handhaben *x* eingehängt und die Kerzen durch Drehen an der Kurbel herausgehoben. Um das Einziehen des Dochtes in jede Form und bei jedem Guß zu vermeiden, befand sich unter jeder Form im Kasten *ddee* eine Rolle mit aufgespultem Docht *h*, der beim Herausziehen der Kerze nachgezogen und oben durch einen entsprechenden Mechanismus festgeklemmt wurde.

Fig. 103.



Zu gleicher Zeit beschäftigten sich noch Andere mit der Herstellung von Gießmaschinen in Frankreich, so Morgan, Fournier, Keudal und Binet, deren Maschinen alle folgende gemeinsame Einrichtung besaßen. Die Kerzenformen waren in der Maschine so angeordnet, daß der Fuß der Kerze sich am Einguß und ihre Spitze im unteren Theile der Form befand. Um dem Schwinden des Kerzenmaterials Rechnung zu tragen, mußte so reichlich eingegossen werden, daß eine Decke festen Kerzenmaterials sich bildete, in der sämmtliche Kerzen des Gusses wurzelten. Diese Decke wurde dann und mit ihr die daran haftenden Kerzen aus den Formen gezogen.

Im Gegensatz dazu suchten Stainthorp, Riedig und Wünschmann die Frage, die Kerzen aus den Formen zu heben, in dem Sinne zu lösen, daß

[1]) Riedig, Leipziger Blätter für Gewerbe, Technik und Industrie 1867, Nr. 24, S. 385.

die Decke abgeſchabt wurde, ſo lange die Kerzen noch in den Formen waren, und als Angriffspunkt für das Heben der Kerzen die untere Spitze gewählt

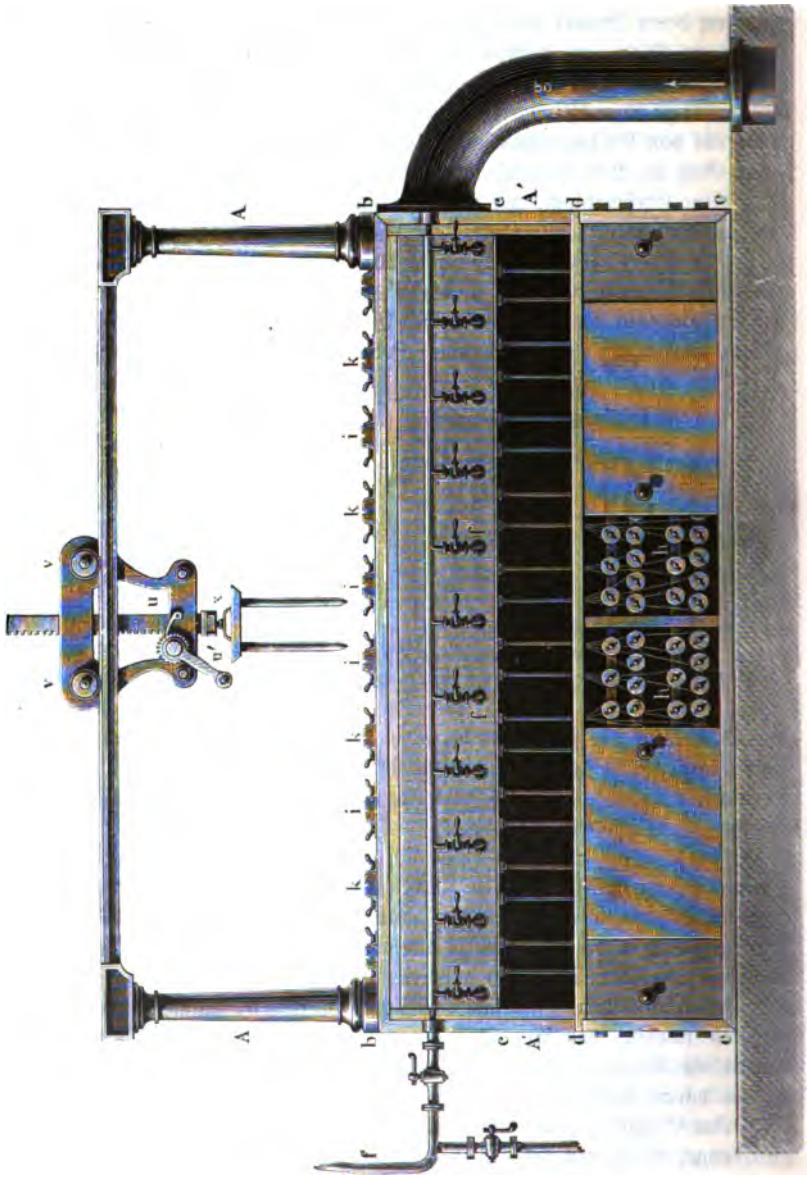


Fig. 104.

wurde. Dieſe Bauart, die ſogenannte amerikaniſche Gießmaſchine, iſt die verbreitetſte geworden, beſonders nachdem die Dichtung der Form nach unten

in völlig befriedigender Weise auszuführen gelungen war, und ist dadurch wenigstens für die Paraffinkerzen-Fabrikation die endgültig bevorzugte Maschine erzielt worden. — Die Schwierigkeit für die Constructeure lag, wie schon angedeutet, in einem genügenden Abschluß des unteren Theiles der Kerzenform, der einmal dicht genug sein mußte, um flüssiges Kerzenmaterial nicht hindurchzulassen, zum anderen jedoch dem Dochtfaden gestattete, hindurchzugleiten, so daß eine fortwährende Versorgung mit Docht aus dem im unteren Theile der

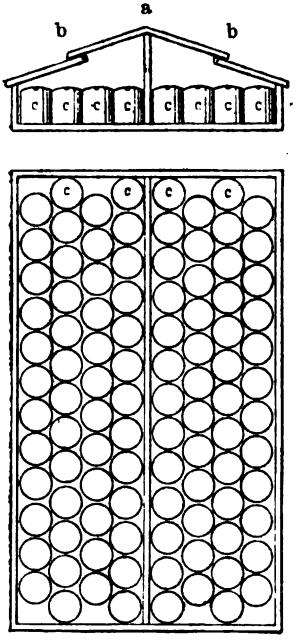
Fig. 105.

Maschine angebrachten Magazin möglich war. Nachdem diese Theilfrage der Construction durch Anbringen einer Gummidichtung in später noch zu beschreibender Form gelöst war, war auch die Hauptfrage entschieden.

Die Kunst, Kerzengießmaschinen dieser Art mit befriedigenden Leistungen zu bauen, ist jetzt der Gegenstand der Thätigkeit verschiedener größerer Fabriken, namentlich in Deutschland, Frankreich und auch in England geworden. Im Gebiete der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie sind allein etwa 400 Ma-

schinen im Betriebe, ungezählt die vielen Hunderte von Kerzengießmaschinen der Stearinkerzenindustrie. Von dem als Constructeur schon genannten Wünschmann wurde im Jahre 1864 eine Fabrik gegründet, die sich ausschließlich mit der Herstellung von Kerzengießmaschinen befaßte und noch heute unter der Firma Reinhold Wünschmann in Leipzig blüht[1]). Ihr entstammt die größte Anzahl der in der sächsisch-thüringischen Industrie im Betriebe sich befindenden Maschinen. Die zum Paraffinkerzenguß in der Regel dienende Maschine hat folgende Bauart, und zeigt Fig. 105 (a. v. S.) die ganz in Eisen ausgeführte Kerzengießmaschine. 100 Formen stehen in zwei Doppelreihen in einem geschlossenen gußeisernen Kasten *CD*, wo sie oben und unten gut durch Pappenverpackung abgedichtet sind, und sich, wenn es erforderlich ist, bequem herausnehmen und durch neue ersetzen lassen. Die Dichtung muß gut sein, weil sonst Wasser neben dem Gießmaterial in die Form tritt, und die Kerze unbrauchbar macht. Die einzelne Form ist ein an beiden Seiten offenes Rohr, dessen lichte Weite unten um 2 bis 3 mm kleiner ist als oben. Der Abschluß der Form nach unten wird durch einen mit einer seitlichen Filzdichtung versehenen Trichter gebildet, der die Gießform der Kerzenspitze darstellt, aus demselben Metall wie die Form besteht und an einem eisernen Piston befestigt ist, so daß bei dessen Bewegung nach oben mit dem Trichter die in der Form sitzende Kerze herausgehoben wird. Das Piston selbst ist hohl und muß genügend lichte Weite haben, um den Docht hindurchgleiten lassen zu können. Den Abschluß des Trichters nach dem Pistonrohr stellt die für die Bauart der Gießmaschine so wichtige Gummidichtung her. Der Trichter ist an seinem unteren Ende, ehe das Piston ansetzt, mit einer 2 bis 6 mm weiten, je nach der Größe der Gießform wechselnden, wagerecht laufenden Durchbohrung versehen. In dieses Loch wird ein Stück Gummischnur, deren Stärke die der Durchbohrung übertrifft, eingezogen und dichtet so vollständig den Trichter und damit die Kerzenform überhaupt ab. Diese Dichtung wird durch den durchgehenden Docht nicht beeinträchtigt, der in der Gummischnur eingeklemmt ist. Sämmtliche Pistons sind in ihrem unteren Theile durch Verschraubung an einer gemeinschaftlichen Schiene *B* vereinigt,

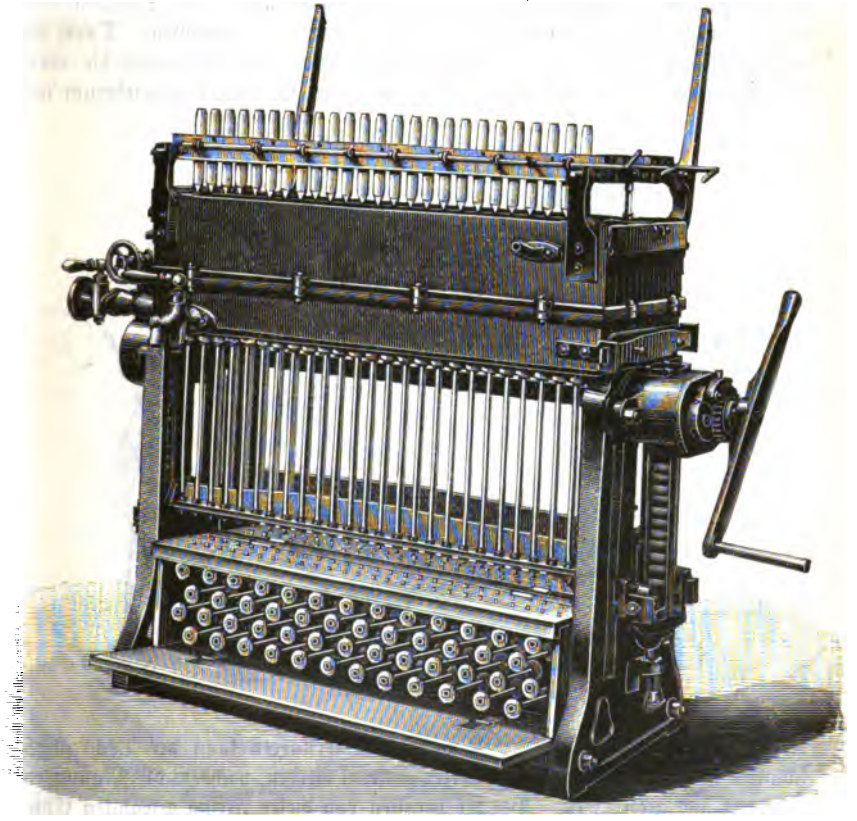
Fig. 106.



[1]) Von dieser Fabrik sind seit der Gründung bis Ende 1893 2850 Maschinen gebaut worden, von denen etwa $^2/_3$ nach dem Auslande, darunter auch nach Amerika und Afrika, exportirt worden sind. Die Verwendung dieser Maschinen vertheilt sich der Hauptsache nach auf Paraffin-, Stearin- und Talgkerzen und ein geringer Theil (1,1 Proc.) auf Ceresin- und Wachskerzen.

ſo daß, wenn das mit Kurbel *b* und Zahnſtange verſehene ſeitlich angebrachte Getriebe die Schiene hebt, gleichzeitig ſämmtliche Piſtons nach oben bewegt und dadurch die Kerzen aus ihren Formen gehoben werden. — Zwiſchen den Füßen der Maſchine iſt das Dochtmagazin *A* angebracht; es iſt ein geſchloſſener Kaſten, der 100 in Blechbüchſen liegende Dochtknäuele enthält, deren Docht durch den Deckel der Büchſe und des Kaſtens durch das Piſton und durch deſſen Verdichtung nach der Kerze geht. Dieſer Kaſten enthält bisweilen mit Docht

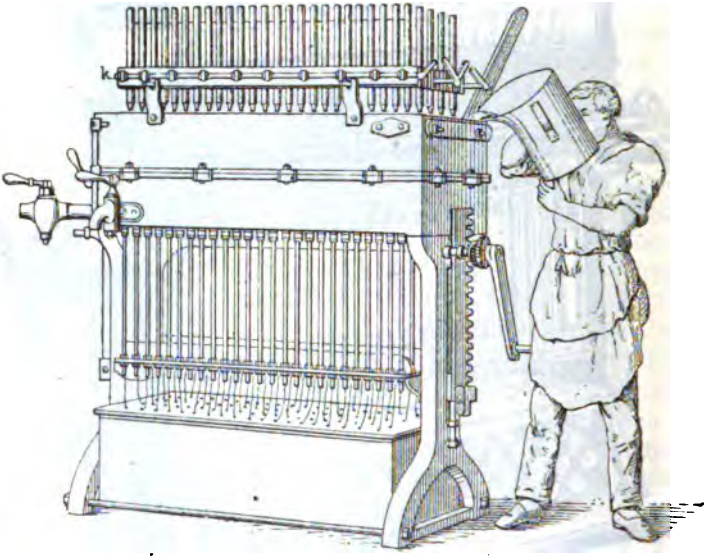
Fig. 107.



umwickelte Spulen, die durch Oeffnungen des horizontalen Deckels abgewickelt werden, wie es Fig. 105 zeigt. Jetzt hat man dieſe Spulen in den ſächſiſch-thüringiſchen Fabriken meiſt durch die zweckmäßigeren Blechbüchſen mit kleinen Oeffnungen erſetzt, und den Dochtkaſten mit einem ſchrägen Dach bedeckt, wie ihn Fig. 106 darſtellt. Dieſes Dach iſt bei *a* und *b* beweglich und aufzuklappen und die Dochte ziehen ſich ſeitlich bei *b* unter dem beweglichen Theile des Daches von *C* aus durch. Hierdurch hat man erzielt, daß bei Erneuerung der Dochte nur der untere Theil des Daches gehoben zu werden braucht, die Dochte immer

gegen außen vollkommen geschützt sind und kein Paraffin oder Wasser von der Maschine aus eindringen kann, sondern ablaufen muß. — Ueber den beiden Trögen, die oben die Doppelreihen der Formen einschließen, befindet sich ein Apparat *E*, Klemmer oder Manschette genannt, der die fertigen, aus den Formen gehobenen Kerzen hält und sich durch Scharniere zur Seite der Maschine, wo zwei Arme angebracht sind, umlegen läßt. Er besteht aus zwei parallel laufenden Schienenpaaren mit Holzfutter, das mit kreisförmigen Einschnitten, der Form der Kerze entsprechend, versehen ist, die, um die Oberflächen der Kerzen zu schonen und die Kerzen besser festzuhalten, mit Plüsch überzogen sind. Diese Schienenpaare werden durch kleine Kurbeln und Excenter geöffnet und geschlossen. Durch die herausgehobenen und in der Manschette festgehaltenen Kerzen wird die obere Befestigung des Dochtes bewirkt, bis die geleerten Kerzenformen wiederum mit

Fig. 108.

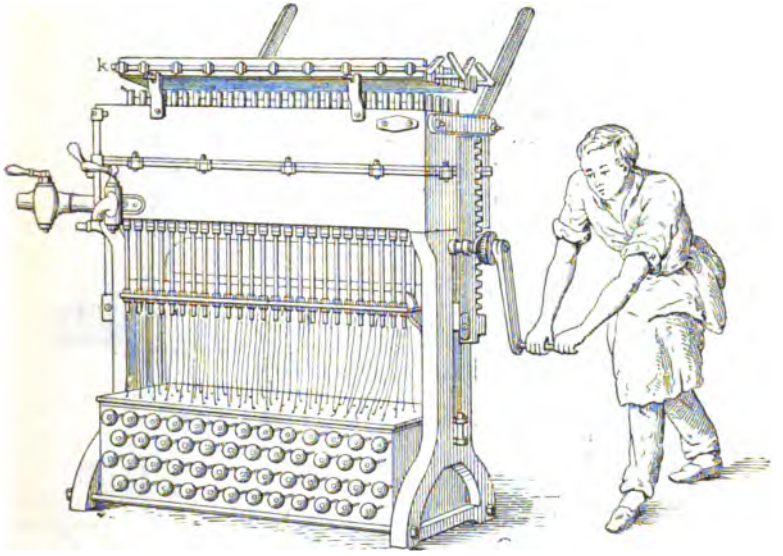


Kerzenmaterial gefüllt sind. Erst nach dessen Erstarren kann der Docht abgeschnitten und können die fertigen Kerzen entfernt werden, nachdem die Manschette umgelegt und geöffnet ist. Bei der neuesten von dieser Firma gewählten Construction, die die Fig. 107 (a. v. S.) darstellt, ist der untere Pistonträger besonders dauerhaft und zweitheilig construirt, das Triebwerk durch Einsetzen noch eines Rades leistungsfähiger gemacht und durch eine übergeschobene Kapsel gegen etwa abtropfendes Kerzenmaterial geschützt.

Die Arbeit mit der Kerzengießmaschine geht folgendermaßen vor sich. Beim ersten Guß werden die Dochte durch Piston und Form mit einer kleinen Drahtschlinge gezogen und über den Klemmeröffnungen an ein quergelegtes Hölzchen geknüpft. In den die Formen einschließenden Kasten läßt man durch *f* Dampf einströmen zum Anwärmen der Formen, dann wird das Paraffin aus Gießkannen

mit ein oder zwei Ausflüssen in die Tröge gegossen, bis die Formen und auch die Tröge gefüllt sind (Fig. 108). Nun kühlt man von *e* mit mäßig kaltem Wasser vor und dann erst mit kaltem. Das überschüssige Wasser läuft durch *h* aus *CD*, während durch *g* das Kühlwasser vollständig abgelassen werden kann. Sobald die Gußdecke über den Formen fest geworden, was bei Paraffin nach 20 bis 25 Minuten der Fall ist, werden die Dochte darüber mit einem besonderen Messer, das keilförmig der Breite des Troges entsprechend geformt ist, durchschnitten und die Decke wird mit einer geeigneten Schaufel abgeschabt, nachdem der Verschluß der Tröge *d* durch Umklappen geöffnet worden ist. Die Kerzen selbst werden durch Drehung der Kurbel aus den Formen gehoben (Fig. 109), wobei sich der Docht von den Knäuelen nachzieht und die Kerzen durch die geöffneten Klemmer gleiten und, dort im höchsten Stande angelangt,

Fig. 109.

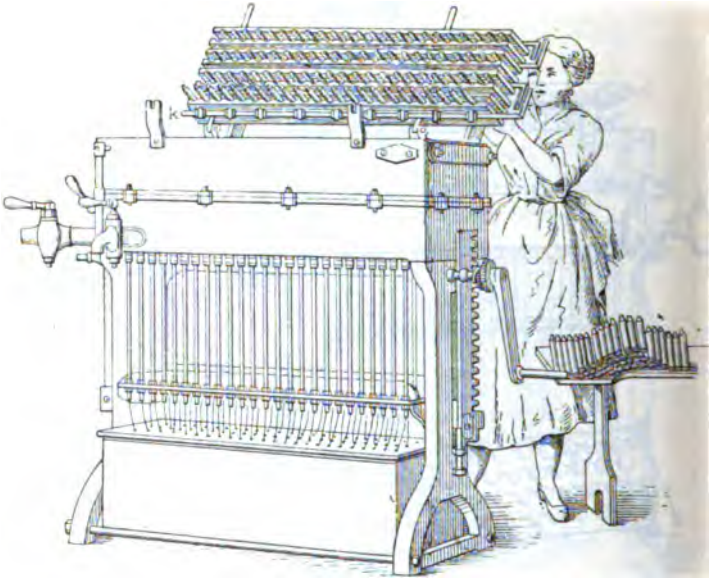


fest gespannt werden. Die Kurbel dreht man zurück, so daß das Piston die Form wieder schließt. Die fertigen Kerzen halten die Dochte und es wird zum zweiten Male gegossen; hierbei wird, nachdem die Dochte abgeschnitten sind, die Manschette *k* umgelegt und daraus werden die Kerzen genommen, wie es die Fig. 110 (a. f. S.) zeigt.

Als eine spätere Verbesserung der Maschine ist noch anzusehen, daß die Giebelwände des Kastens *CD* herausgenommen und die sich vom Kühlwasser abgesetzten Unreinlichkeiten daraus entfernt werden können. — Eine Hauptbedingung für eine gute Kerze ist die genaue Mittelstellung des Dochtes. Um dies zu ermöglichen, sind verschiedene Vorrichtungen getroffen worden. So wurden zwei gelochte Eisenschienen in die Tröge geschoben, durch deren Oeffnungen die Dochte gezogen, genau in der Mitte der Form standen. Beim Abstechen der

Kerzendecke wurden diese Schienen mit herausgehoben und vor dem folgenden Guß wieder eingelegt. — Praktischer ist die von Grotowsky getroffene Vorrichtung [1]). Für jede Kerzenreihe ist auf den Längswänden der Tröge ein Bandeisen befestigt, das Einschnitte enthält, die der Mittelstellung der Dochte genau entsprechen. Die Bandeisen werden vor dem Guß durch kräftige Federn niedergedrückt und nach dem Erkalten der Kerzen gehoben, schließen sie in dieser Stellung mit den Trogwänden ab, und die Dochte können bequem durchschnitten werden. — Eine andere derartige Centrirvorrichtung beruht darauf, die Manschettentheile so einstellen zu können, daß die Mittelaxe der fertigen in der Manschette festgehaltenen Kerzen genau die Mittelaxe der Kerzenformen bildet, und so der Docht in dieser Lage bleibt. — Bei besonders kräftiger

Fig. 110.



Construction des unteren Pistonträgers und der Manschette erscheint eine besondere Dochtregulirung überflüssig.

Die Kerze kann, wie wir schon aus den verschiedenen Kerzentypen gesehen haben, eine glatte oder mit geraden und gewundenen Rippen versehene Oberfläche besitzen. Die Gießform enthält die entsprechenden Vertiefungen und ist das Gießen solcher Kerzen ohne Schwierigkeiten möglich. Soll die Kerze noch einen Fuß erhalten, der ihre Stärke übertrifft, so wird in den obersten Theil der Form eine dem Fuße entsprechende kleine Form eingesetzt, die nach jedem Guß besonders von der Kerze abgehoben und wieder in die Kerzenform gelegt werden muß. Von der Firma Reinhold Wünschmann ist in neuerer Zeit

[1]) D. R.-P. Nr. 5382.

eine Maſchine für ſolche Kerzen gebaut worden, die die Fig. 111 veranſchaulicht. Hierbei befinden ſich über dem Kaſten der Kerzenformen noch beſondere Formen für den Fuß, wovon jede Reihe aus zwei Hälften beſteht. Sind die Kerzen erkaltet und die Decken abgeſtochen, ſo werden die Fußformen durch Umlegen eines Hebels, der ſich über der Zahnſtange befindet, aus einander geſchoben

Fig. 111.

und die Kerzen dann in der üblichen Weiſe herausgedrückt. Vor dem folgenden Guß bewegt man die Formenhälften wieder zuſammen. — Sollen die Kerzen Canäle erhalten, ſo werden entweder durch eine einfache Vorrichtung dünne Eiſenſtäbe in die Gießformen eingelegt oder an den Trichtern der Piſtons ſind dünne Stäbe angegoſſen, deren Stärke die der Canäle bedingt. Eine ſo eingerichtete Maſchine ſtellt Fig. 112 (a. f. S.) dar. Von L. Semmler in Brünn

sind zweckmäßige Hebe- und Centrirvorrichtungen[1]) für derartige Maschinen construirt worden. — Eine Gießmaschine für Altarkerzen, deren Oberbau höher als der bei den gewöhnlichen sein muß, zeigt die Fig. 113. Hierbei fehlt die Manschette, und die Dochte werden in sehr zweckmäßiger Weise durch bewegliche Schienen an einer Nadel dicht über den Formen festgehalten.

Fig. 112.

Bei jedem Kerzenmaterial muß man andere Bedingungen für den Kerzenguß inne halten, um im Aussehen und Brand gute Kerzen zu erzielen. Bei der Stearinkerzenfabrikation dürfen die Formen nicht so stark angewärmt werden, als bei der Herstellung von Paraffinkerzen. Das Material zu der ersten

[1]) D. R.-P. Nr. 62084 u. 64445.

Kerzensorte muß kälter zum Guß gelangen als das für die zweite. So giebt es für den Guß der einzelnen Kerzensorten bewährte Erfahrungssätze, deren Befolgung sich im Laufe der Jahre als erforderlich herausgestellt hat.

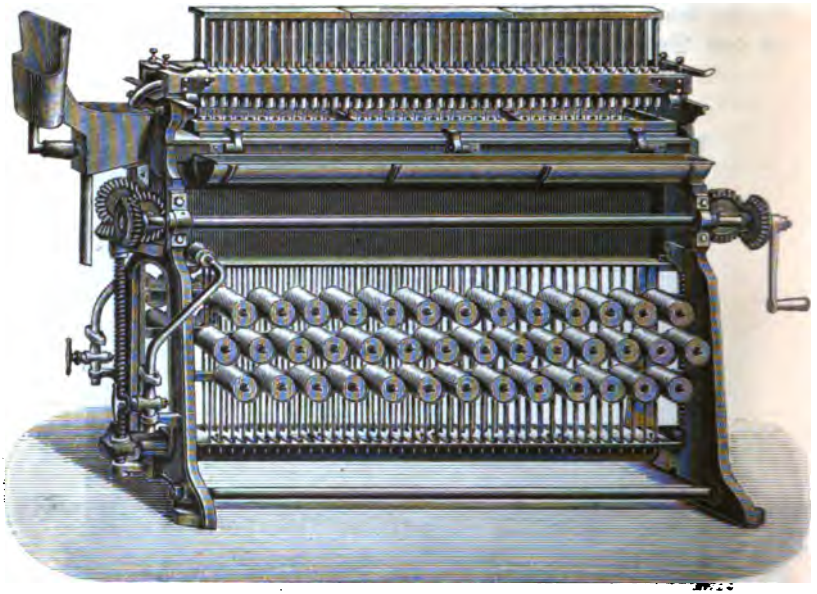
In Frankreich hat Morane zuerst im Jahre 1871 Kerzenmaschinen nach dem System, die fertigen Kerzen herauszuschieben, gebaut. Fig. 114

Fig. 113.

(a. f. S.) stellt die von P. Morane aîné in Paris construirte Maschine „la Parisienne" dar, mit der in der Fabrik von de Milly bei der Herstellung von Stearinkerzen eine große Leistungsfähigkeit, nämlich stündlich vier Güsse, erzielt wird. — In Fig. 115 (a. f. S.) ist eine in ihrer Größe einzig dastehende Kerzengießmaschine von derselben Firma zur Anschauung gebracht. Sie enthält 1200 Formen, also werden mit ihr durch einen Guß 1200 Kerzen hergestellt.

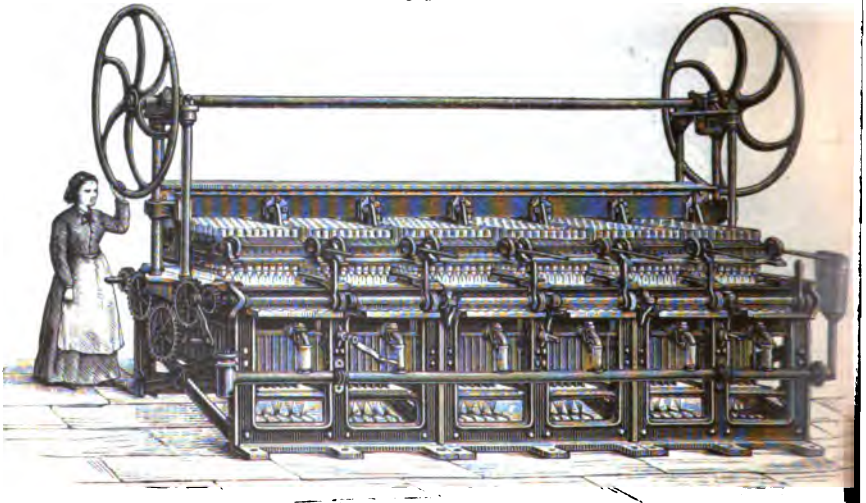
In der sächsisch-thüringischen Industrie sind derartige große Maschinen bisher noch nicht im Gebrauch, indessen sind sie für Stearinkerzen bereits in Anwendung.

Fig. 114.



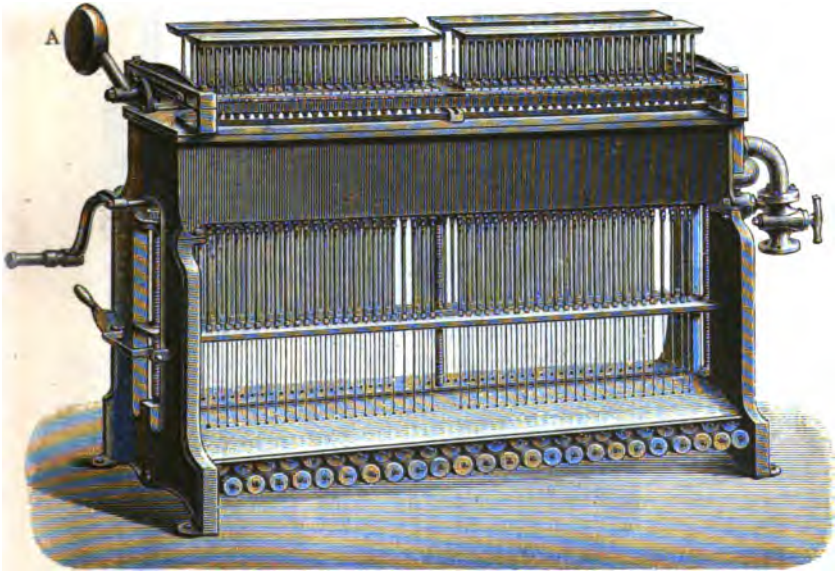
Die Plasticität des Paraffins, das an den glatten Flächen sehr haftet, setzt der Anwendung Schwierigkeiten entgegen, die zu überwinden der Zukunft überlassen bleiben muß. Wünschenswerth wäre eine solche Maschine auch für die Zwecke

Fig. 115.



der sächsisch-thüringischen Industrie, wo zum Guß für eine bestimmte Form manchmal 20 und mehr Maschinen im Gange sind, deren Zusammenfassung in zwei oder drei Maschinen wesentliche Ersparnisse an Arbeitslohn für die Bedienung zur Folge haben würde. — Die Scharniere an den Kerzenmanschetten fehlen bei der durch Fig. 116 veranschaulichten, von Galabrun frères in Paris gebauten Maschine. Durch die Bewegung des Hebels mit dem Gewichte *A* werden die Kerzen, wie üblich 100 Stück, festgeklemmt. — Eine eigenartige Gießmaschine [1]) zeigt die Fig. 117 (a. f. S.); bei ihr sind die Formen im Kreise angeordnet und die Dochtspulen liegen über den Formen. — F. Lanza [2]) hat eine Kerzengießmaschine construirt, die auch die Dochtspulen in ihrem oberen Theile enthält. Ueber jeder Form ist ein heb- und senkbarer Dochtzuführungs-

Fig. 116.



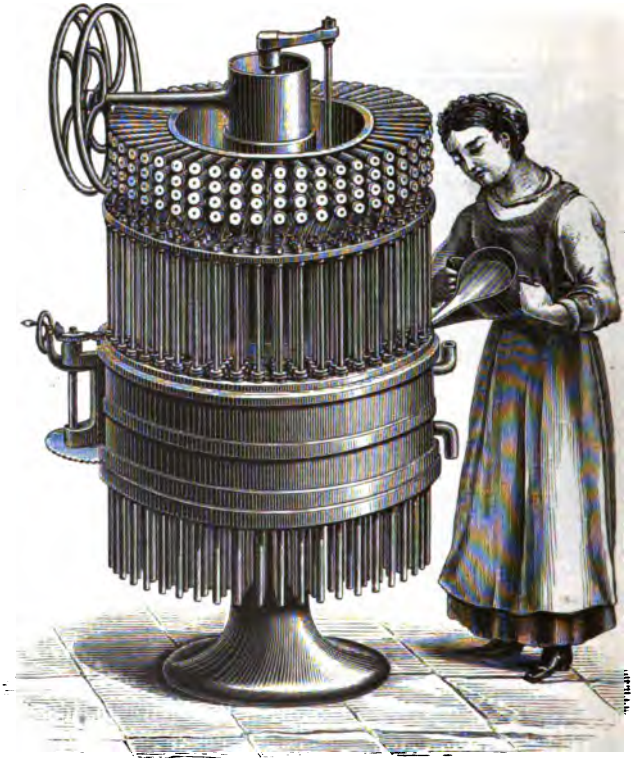
apparat angeordnet, der den Docht in das nach der Entfernung einer Kerzengruppe in Hochstellung sich befindende Piston einpreßt. — In der Stearinkerzenfabrik von Motard u. Comp. in Berlin ist mit der Gießmaschine noch eine Vorrichtung combinirt, die das gleichmäßige Abschneiden der Kerzen am Fußende durch eine über die Manschetten laufende Kreissäge besorgt, also die Arbeit, die in den sächsisch-thüringischen Fabriken im gesonderten Betriebe durch Handarbeit ausgeführt wird. Die kleinen Kreissägen werden in der Motard'schen Fabrik elektrisch betrieben. — Andere Constructionen von Kerzengießmaschinen, die die Firma Galabrun frères in Paris liefert, zeigen die Figuren 118 und 119 (S. 261).

[1]) Von P. Morane ainé in Paris. — [2]) D. R.-P. 70984; Zeitschr. f. angew. Chemie 1893, S. 624.

Das Stutzen, Poliren und Zeichnen der Kerzen.

Um die Kerzen zum Versandt fertig zu machen, werden sie nach dem Guß zunächst gestutzt, die Fläche des Fußes wird glatt geschnitten, wobei soviel von der Kerze wegfällt, daß sie ein bestimmtes vom Händler verlangtes Gewicht besitzt. Das Stutzen wird entweder mit scharfen Messern durch Handarbeit vorgenommen oder mit einer Kreissäge ausgeführt, die maschinell oder mit der Hand betrieben werden kann. Die erste Art ist im Besonderen für Paraffin-

Fig. 117.



kerzen entschieden vorzuziehen, denn man muß die Kerzenenden zunächst schräg und dann erst in gerader Linie abschneiden, weil sonst wegen der Sprödigkeit des Materials zuweilen Stückchen vom Kerzenfuße abspringen, und die Kerze dadurch unbrauchbar wird. Auch ist in der sächsisch-thüringischen Industrie die Nothwendigkeit des maschinellen Betriebes noch nicht besonders hervorgetreten, da die von ihr gezahlten Löhne im Verhältniß zu den in Großstädten gelegenen Kerzenfabriken den Handbetrieb zulässig erscheinen lassen. Ferner bietet der Handbetrieb den Vortheil, daß eine Controle des Gießbetriebes und die Auslese der

Fig. 118.

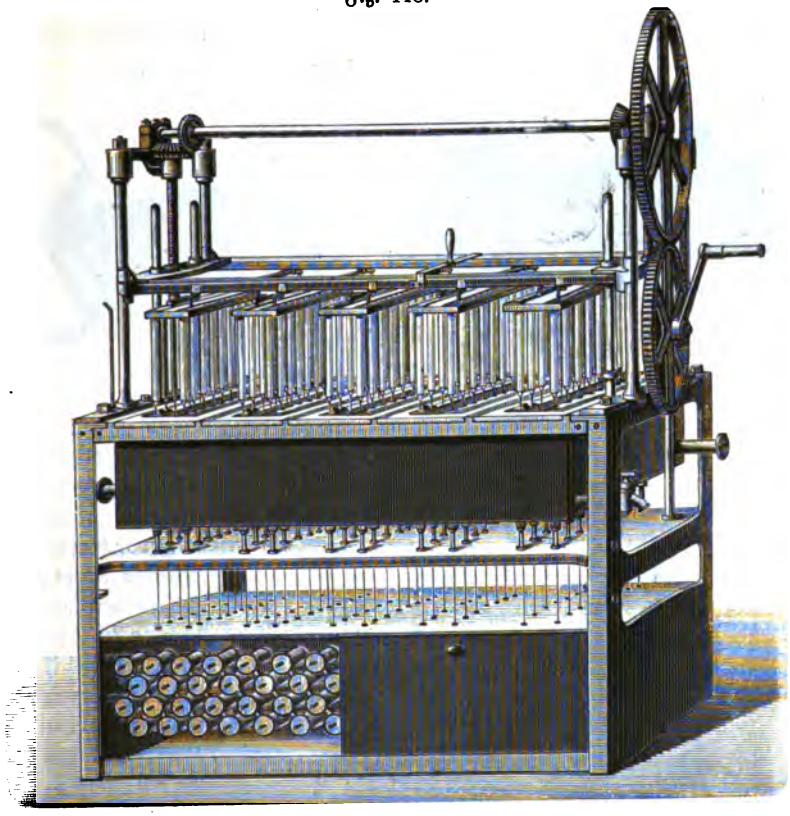
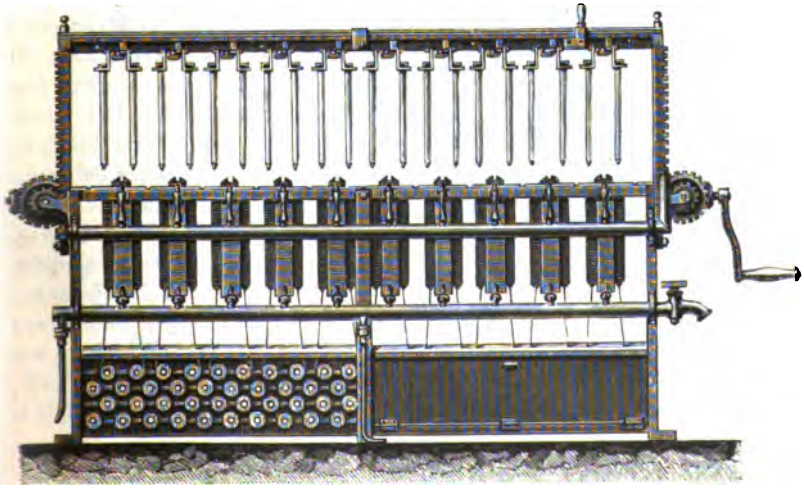


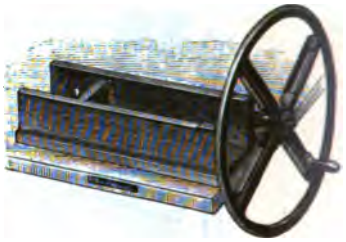
Fig. 119.



von diesem in irgend einer Beziehung unzulänglich gelieferten Waare möglich ist. — Die Kreissäge ist für den Handbetrieb zuweilen durch eine einfache

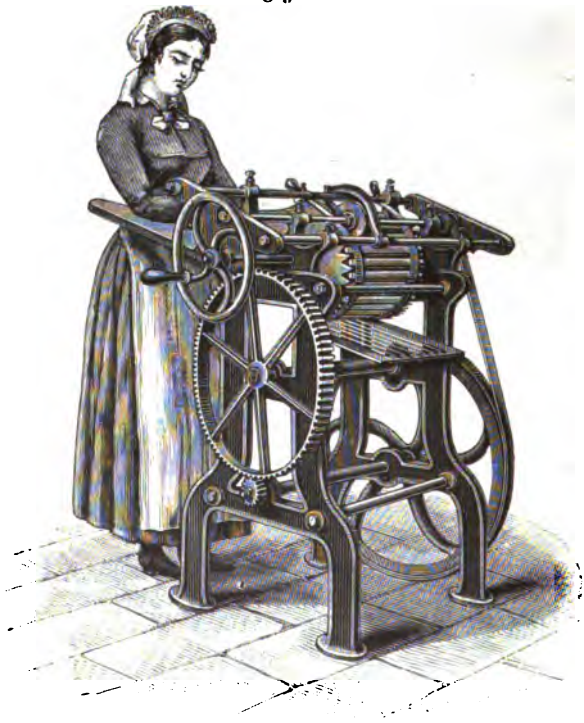
Fig. 120.

Fig. 121.



Säge ersetzt, wie es Fig. 120 darstellt. Eine empfehlenswerthe Einrichtung zum Stutzen der Kerzen ist in der Fabrik Waldau bei Osterfeld im Gebrauch.

Fig. 122.



Das bei der Handarbeit übliche Messer ist durch eine Anordnung von fünf kleinen Messern ersetzt, die sich in verschiedener Lage an den Speichen eines kleinen Rades befinden, das nur einmal zum Stutzen der Kerzen gedreht zu werden braucht. Ein ganz ähnlicher Apparat wird von der Firma Reinhold Wünschmann in Leipzig geliefert, den die Fig. 121 erläutert. Eine Maschine mit Kreissäge zum Stutzen der Kerzen [1]) wird in Fig. 122 veranschaulicht. — Das Fußende der Kerzen wird, um es der Form des Leuchters besser anzupassen, besonders an stärkeren Kerzen noch gefräst, was durch Maschinen ausgeführt wird, die mit einer den bekannten Blei-

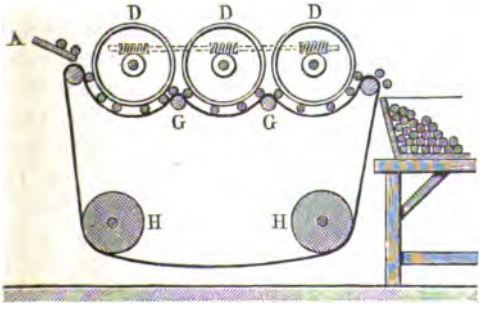
[1]) Von P. Morane aîné in Paris.

stiftspitzern ähnlichen Vorrichtung versehen sind. Eine solche Maschine stellt Fig. 123 dar [1]).

Fig. 123.

Nach dem Stutzen werden die Kerzen in der Regel gepackt, zuweilen werden sie noch vorher polirt. Dies geschieht entweder durch Handarbeit zwischen wollenen Tüchern oder durch eine maschinelle Einrichtung, wie sie Fig. 124 zeigt. Die Kerzen werden auf das wollene Tuch ohne Ende *A* gelegt, das sich über die kleinen Rollen *G G* und die großen *H H* dreht. Die drei Cylinder *D D* sind auch mit wollenem Tuch überzogen und drehen sich

Fig. 124.



[1]) Von Reinh. Wünschmann in Leipzig.

einmal um ihre Axe in entgegengesetzter Richtung wie die kleinen Rollen, dann bewegen sie sich zugleich in der Richtung ihrer Längsaxe rasch hin und her. Die Kerzen werden so zwischen den wollenen Tüchern polirt und fallen nach einem Kasten, aus dem sie zum Verpacken genommen werden. — Das Poliren der Kerzen hat sich in der sächsisch-thüringischen Industrie nicht als nöthig erwiesen und wird im Wesentlichen nur mit den Stearinkerzen vorgenommen. —

Fig. 125.

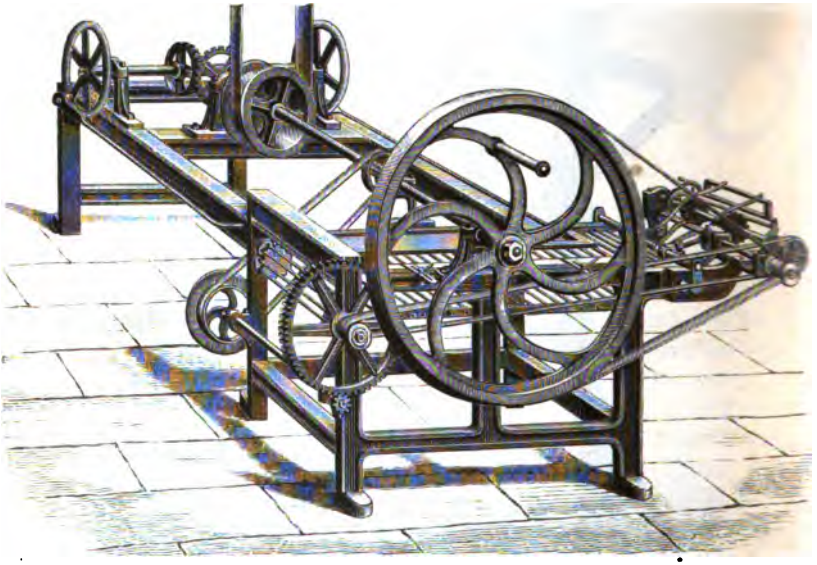


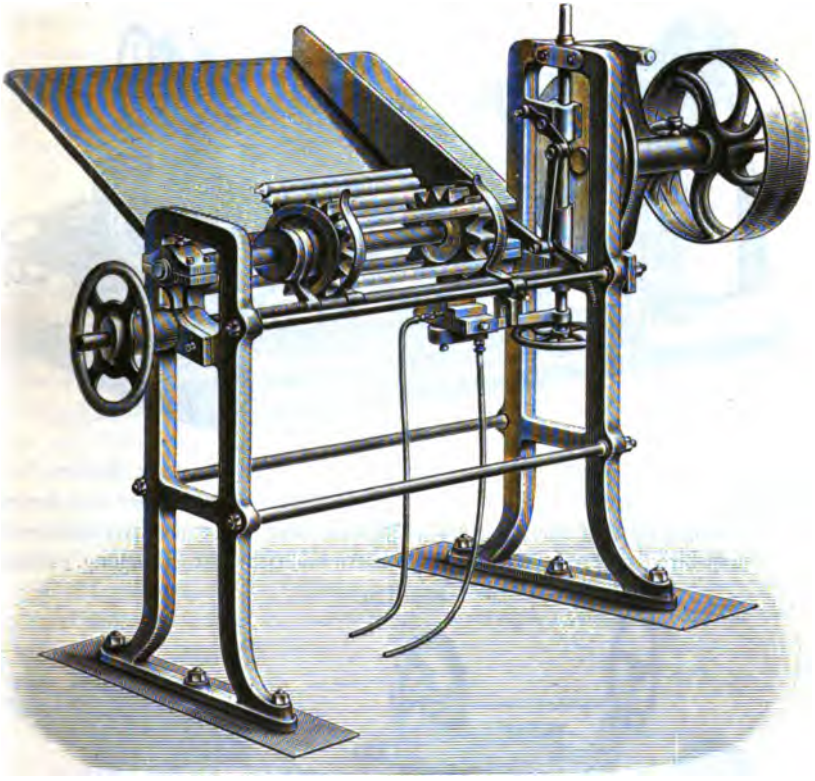
Fig. 125 veranschaulicht eine Maschine, die zum Stutzen und Poliren der Kerzen dient [1]). — Zuweilen müssen die Kerzen vor dem Verpacken noch mit einem Zeichen, Fabrikmarke oder Firma, versehen werden. Dies wird bei Handarbeit in der Weise vorgenommen, daß man die Kerzen gegen eine das Zeichen in eingegrabener Schrift enthaltende Metallplatte drückt, die schwach erwärmt ist. Das Zeichen erscheint auf der Kerze in erhabener Form. Die Fig. 126 zeigt eine solche Vorrichtung. — Eine Maschine, die das Zeichnen der Kerzen besorgt, sehen wir in Fig. 127 [2]). Maschinen, die die drei geschilderten Operationen, Stutzen, Poliren und Zeichnen der Kerzen, zugleich ausführen, stellen die Figuren 128

Fig. 126.

[1]) Von Galabrun frères in Paris. — [2]) Von P. Morane ainé in Paris.

und 129 (a. f. S.)[1]) dar. Als Vorzug der in Fig. 129 zur Ansicht gebrachten Maschine vor den früheren Bauarten wird angeführt, daß die beim Stutzen entstehenden Abfälle nicht auf die Kerzen fallen können, sondern sofort entfernt werden und ferner, daß die die Kerzen tragende Kette ohne Ende sehr

Fig. 127.



gleichmäßig eingetheilt ist, so daß in jedes Glied nur eine Kerze aufgenommen werden kann. Auch die Einrichtung der zum Poliren dienenden rotirenden Bürsten ist hier zum ersten Male angebracht.

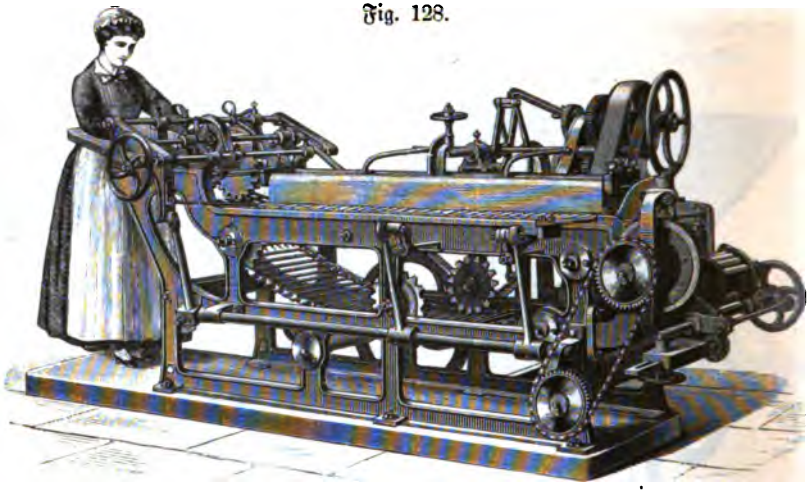
Die Regeneration der Abfälle.

Es erscheint am Platze, hier die Besprechung der Regeneration der Abfälle der Kerzenfabrikation einzuschalten. Die beim Kerzenguß und beim Stutzen entstehenden Abfälle des Kerzenmaterials werden in die Fabrikation in der Weise zurückgenommen, daß man diese Brocken besonders aufschmilzt, die etwaigen Dochtreste verloren giebt und das Material dem Ausgangsmaterial in kleinen Mengen wieder zusetzt. Daß die Abfälle jeder Kerzensorte nach Farbe und

[1]) Von P. Morane ainé in Paris.

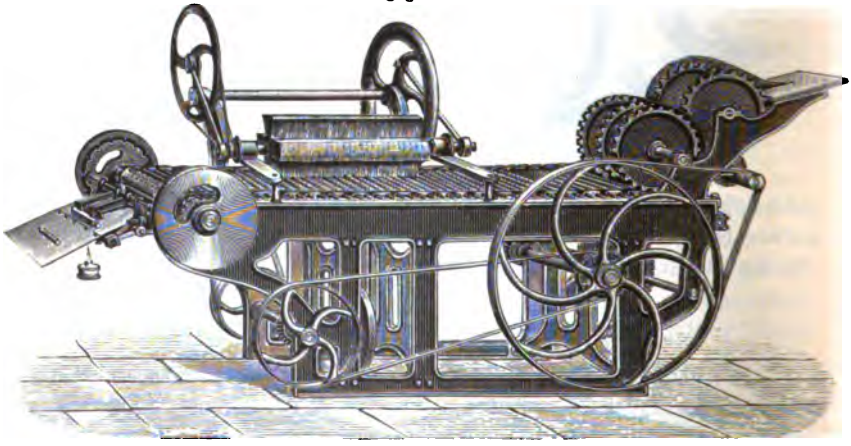
Zusammensetzung besonders gehalten werden müssen, bedarf wohl nicht der Erwähnung. — Die an den Maschinen und auf dem Fußboden des Gießraumes auch bei sorgfältigster Arbeit sich befindenden Abfälle müssen täglich gut

Fig. 128.



abgekratzt und gesammelt werden. Als Fußbodenbelag sind eiserne Platten der Reinlichkeit wegen sehr zu empfehlen. Diese Abfälle können wegen des darin enthaltenen Schmutzes und bei einer größeren Fabrik wegen ihrer verschiedenen Art nicht direct wieder benutzt werden, sondern bedürfen einer Reinigung. Man

Fig. 129.



schmilzt sie durch einströmenden Dampf auf und setzt zuweilen dem sich bildenden Wasser zur besseren Scheidung etwas verdünnte Schwefelsäure zu und trennt dann von dem Schmutz. Das Kerzenmaterial wird darauf, wenn es stearinhaltig ist, mit Natronlauge verseift, wobei sich das Paraffin über der Seife

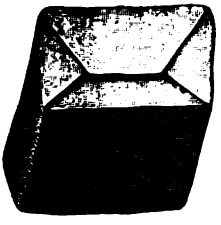
ausscheidet und abgeschöpft wird. Es wird durch Behandlung mit Entfärbungspulver gereinigt und kann je nach dem durch die Reinigung entstandenen Farbenton zum Kerzenguß Verwendung finden. Die Stearinseife wird mit Wasser verdünnt, von etwa noch sich abscheidendem Paraffin getrennt und mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt. Das entstandene Abfallstearin wird filtrirt, und ist entweder an Seifenfabriken abzugeben oder wird von den Stearinfabriken zurückgenommen. Es besitzt eine bräunliche Farbe und seine weitere Reinigung wäre für die Kerzenfabrik zu umständlich. — Für die Reinigung der Abfälle gefärbter Kerzen ist zu erwähnen, daß der Farbstoff meist in die bei der Behandlung mit Lauge sich ergebende Seife übergeht.

V. Die Kerzenpackerei.

Die Kerzen werden entweder lose in Holzkisten oder zu Packeten in Papier von bestimmtem Gewicht oder in Cartons und Pappkasten gepackt, nachdem sie vorher in Seidenpapier eingewickelt worden sind. Jede Packung wird mit einem Etikett versehen, deren Arten so außerordentlich verschieden sind, daß wir hier nicht näher darauf eingehen wollen. Erwähnt sei, daß das Etiketten-Verzeichniß der A. Riebeck'schen Montanwerke, Act.-Ges. zu Halle a. S., die mit ihren beiden Fabriken Webau und Oberröblingen nicht allein die größte Producentin der sächsisch-thüringischen, sondern der deutschen Kerzenindustrie überhaupt darstellt, 176 Nummern aufweist. Sie sind sehr oft mit Bildern, die Erzeugnisse regelloseſter Zeichnerphantasie, versehen, die entweder Eigenschaften oder Verwendung der Kerze zur Anschauung bringen sollen. Viele von diesen Etiketten tragen die dem gesetzlichen Markenschutz unterworfenen Handelsmarken. Die Aufschriften sind in den verschiedensten Sprachen ausgeführt, und gehören solche in chinesischer oder arabischer Schrift nicht zu den Seltenheiten. Die nach England und seinen Colonien gehenden Packete führen das obligate „Manufactured in Germany".

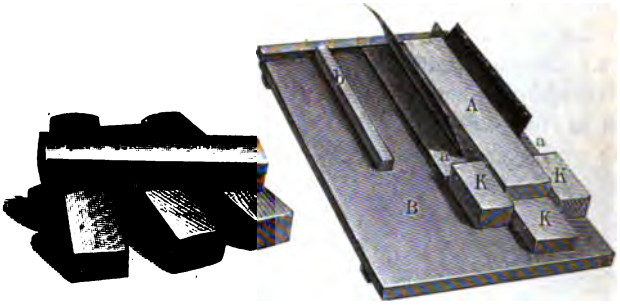
Die Herstellung der Cartons geschieht meist durch Handarbeit und ist in der Regel Hausindustrie. Die in Stücke von der entsprechenden Größe geschnittenen Pappen werden an der oberen und an einer Längsseite mit Leim bestrichen und dann auf einer senkrecht stehenden Holzform von der Größe des Cartons seitlich umgebogen und die Stirnseite wird in der in Fig. 130 wiedergegebenen Weise geknickt, nachdem ein Stück starke Pappe untergelegt worden ist. Darauf bringt man die Holzform mit der Hülse in die Cartonpresse. Die Presse ist sehr einfach eingerichtet; auf einem wagerecht liegenden Brette wird das freie Ende der Holzform durch eine Wange festgehalten, während an der anderen Seite des Brettes durch das Umlegen eines Hebels ein eiserner Stempel gegen die Stirnwand der Holzform und so gegen die der Hülse gedrückt wird. Bringt man den Hebel in die ursprüngliche Lage, so geht der Stempel, der mit einer kleinen eisernen Feder verbunden ist, gleichfalls

Fig. 130.



zurück. Das Pressen des Cartons geschieht durch einen einmaligen kurzen Druck des Stempels, wobei die geleimte Längsseite des Cartons auf dem Brette aufliegt. Für jeden Carton sind zwei Holzformen nöthig, da der obere Theil des

Fig. 131.



Cartons um die Stärke der Pappe weiter ist als der untere, über den er geschoben wird. — Mit der Herstellung der Cartons sind entweder Invaliden, frühere Fabrikarbeiter, oder Wittwen und Kinder von verstorbenen Fabrikarbeitern beschäftigt. Die für die Kerzenfabrik Webau bei Weißenfels a. S. erforderlichen Cartons, etwa sieben Millionen jährlich, werden von 31 Personen, die dabei mithelfenden Kinder ungerechnet, durch Hausindustrie aufgebracht. — In der Cartonagenfabrik von F. Katzschke in Weißenfels a. S. bedient man sich zum Biegen der geschnittenen und geleimten Pappen der durch Fig. 131 dargestellten Vorrichtung. Auf einem Brette *B* sind zwei Brettchen *a a* befestigt, deren Entfernung die Breite des Cartons ausmacht, und seitlich davon ist eine Holzleiste *b* angebracht, an die die Pappe gelegt und dann durch die Holzform *A* zwischen die Brettchen *a a* gedrückt wird. Die Holzform wird noch durch die drei Klötzchen *K* gehalten. Man legt nun die anderen Flächen der Pappe um die Holzform, nimmt sie mit dem Carton heraus und

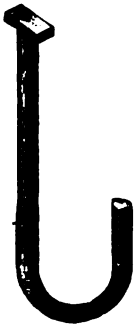
Fig. 132.

knickt die Stirnwand von diesem ein. — Die Kasten und Kästchen aus Pappe werden von den Cartonagenfabriken bezogen. In neuerer Zeit ist man auch der maschinellen Fabrikation von Kerzencartons durch Construction geeigneter Maschinen näher getreten. Sehr sinnreich construirte Maschinen stellen die Cartons durch Nagelung mit Blechknäpfen dar [1]). Die zum Carton geschnittenen Pappstücke werden auf dem Amboß der in Fig. 132 gezeichneten Maschine [2]) umgebogen und an der Längsseite mit Blechknöpfen befestigt (Fig. 133). Dann wird die Stirnseite der Hülse in der schon angeführten Weise geknickt (Fig. 130, S. 267) und auf einer zweiten Maschine genagelt (Fig. 134); diese Maschine unterscheidet sich von der anderen nur durch den hakenförmigen Amboß (Fig. 135), auf den die Hülse gelegt wird. — Die Hausindustrie ist indessen wenigstens vorläufig der maschinellen Fabrikation durch ihre viel größere Wohlfeilheit noch bedeutend überlegen. — Eine Cartonbieg- und -Klebmaschine [3]) wird durch Fig. 136 (a. f. S.) veranschaulicht. — Die Packete oder Cartons, die meist in blauem Papier ausgeführt sind, werden in Holzkisten gepackt, und diese müssen bei einem Gewichte von 25 kg oder darüber an beiden Seiten mit Holz- oder Eisenreifen umgeben werden, besonders wenn die Sendung für das Ausland bestimmt ist. Im letzten Falle treten noch besondere Bestimmungen für den Seetransport oder den Transport durch Kameele oder Maulthiere hinzu. Für den Maulthiertransport müssen die Kisten an den Kopfenden durch je zwei Holzleisten, Kopf- oder Stirnleisten, von $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ cm Dicke und $6^1/_2$ bis 7 cm Breite verstärkt werden. Boden und Deckel müssen frei von Schrift (Zeichen u. s. w.) bleiben. Eine nach diesen Vorschriften versandtfertig gemachte Kiste zeigt die Fig. 137 (a. f. S.). Beim Seetransport werden in der Regel diese Leisten und zuweilen auch die Eisenbänder weggelassen. Wenn Zinkeinsätze vorgeschrieben werden, so müssen diese gut verlöthet und dürfen durch die Nägel nicht beschädigt werden. — Die Inlands-Original-Kerzenkisten haben in der Regel ein Nettogewicht von 25 kg und zuweilen ein solches von 50 kg, während die für das Ausland bestimmten auch mit geringerem Gewichte, z. B. 11,5 kg, zum Versandt gelangen. — Die Holzkisten selbst werden in der Regel von Kistenfabriken geliefert und nur sehr große Betriebe ziehen

Fig. 133.

Fig. 134.

Fig. 135.

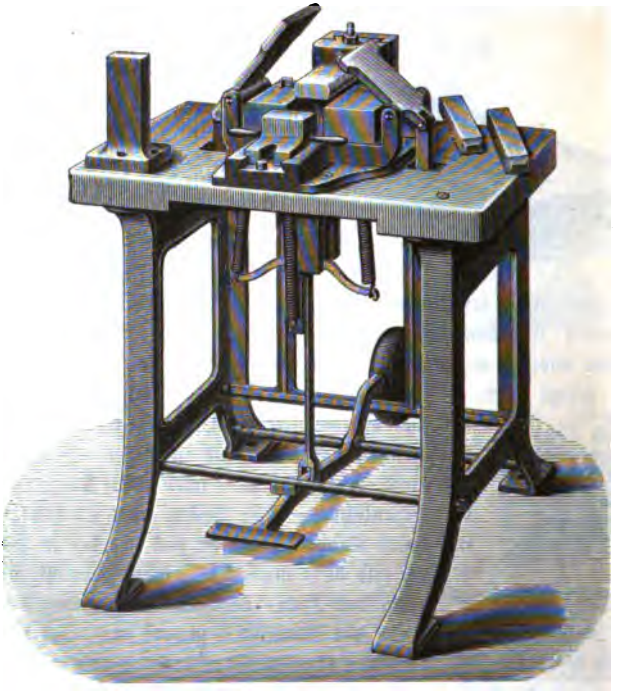


---

[1]) Von der Firma: Actiengesellschaft für Cartonagen-Industrie in Dresden. — [2]) D. R.-P. Nr. 41313. — [3]) Von Dietz u. Lifting in Leipzig-Reudnitz.

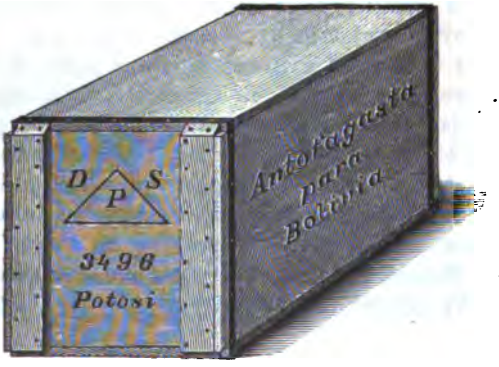
die Herstellung in eigener Regie vor. Den größeren Anforderungen an die „Aufmachung“ der Waare namentlich für den Export ist man in den letzten

Fig. 136.



Jahren mehr nachgekommen; als ein Beweis dafür mag die Verwendung der Kistendruckmaschine in größeren Fabriken statt des üblichen Signirens der Kisten angeführt werden. Eine derartige Maschine [1]) erläutert die Fig. 138.

Fig. 137.



Um den Betrieb einer Kerzenfabrik möglichst rentabel gestalten zu können, müssen verschiedene Vorbedingungen erfüllt sein. Sie muß mit einer Fabrik verbunden sein, die das ursprüngliche Kerzenmaterial, wie Stearin und Paraffin, erzeugt, um einmal billiges Ausgangsmaterial zu haben,

[1]) Von der Firma Erichson u. Comp. in Hamburg.

das durch den Transport nicht vertheuert wird, und zum anderen, um die in der Kerzenfabrik entstehenden Abfälle nöthigenfalls in die Fabrikation zurücknehmen zu können. Wichtig erscheint es auch, daß einer Kerzenfabrik neben der Dochtwickelei eine Formengießerei, eine Kistenmacherei und eine nicht zu dürftig ausgestattete Reparaturwerkstatt zur Seite stehen. — Die Kerzenfabrikation

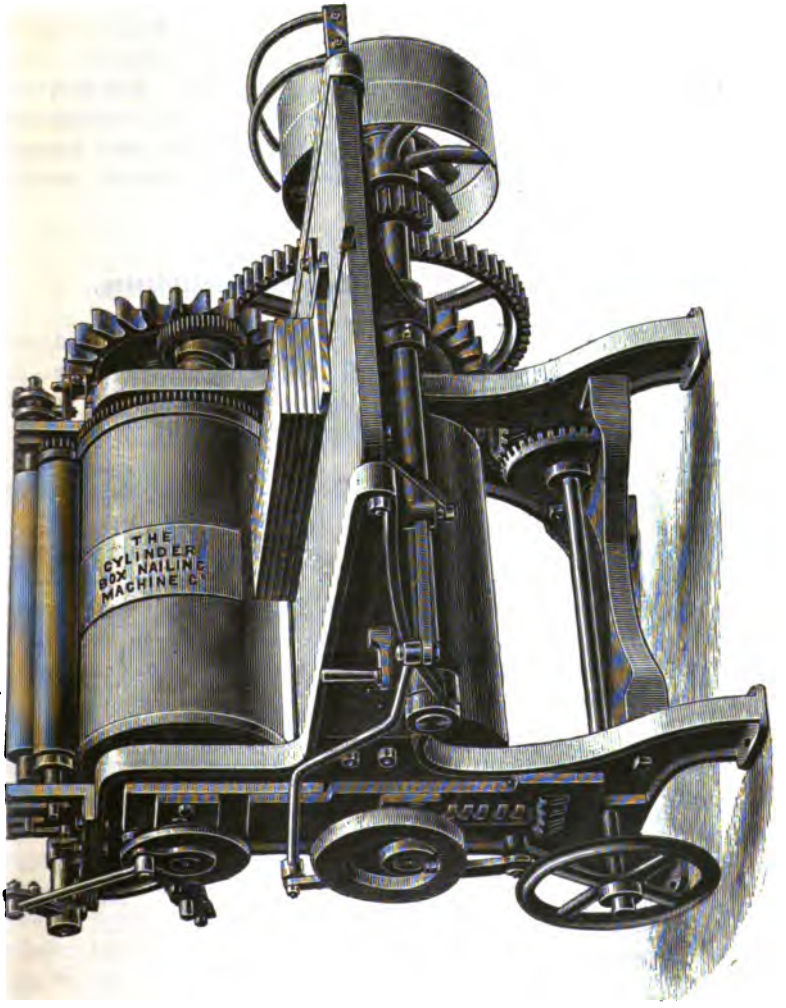


Fig. 138.

beschäftigt viele Hände und deshalb spielen die ortsüblichen Löhne bei der Herstellung der Kerzen eine bedeutende Rolle; die einschlägigen Arbeiten erfordern mehr Sauberkeit und Geschicklichkeit als körperliche Kraft, und wir finden deshalb in vielen Kerzenfabriken, besonders des Auslandes, ein Feld weiblicher Thätigkeit. In den sächsisch-thüringischen Fabriken werden Mädchen oder

Frauen gewöhnlich nicht beschäftigt [1]). Der Fabrikarbeiter des sächsisch-thüringischen Industriebezirks beginnt in der Regel nach vollendetem 14. Lebensjahre seine Thätigkeit in der Kerzenfabrik und verbleibt mit Ausnahme besonders kräftiger Leute, die in Ziegeleien und anderen Betrieben wenigstens zeitweise lohnenderen Erwerb finden, bis zu seiner Militärzeit in dem genannten Betriebe, um nach Ableistung seiner Dienstjahre und nach Rückkehr in die Heimath meist in anderen Betrieben der Industrie zu arbeiten, die mehr Anforderungen an Körperkräfte stellen. Fast ausnahmslos sind die Kerzenfabrikarbeiter Söhne oder Enkel der älteren, in anderen Betrieben thätigen Leute. Von Bedeutung erscheinen auch für die sächsisch-thüringische Kerzenindustrie die verhältnißmäßig niedrigen Gestehungskosten des bei der Kerzenherstellung erforderlichen Dampfes, und bei Anlage einer Kerzenfabrik möge man stets diesem Umstande besondere Beachtung schenken.

VI. Der Vergleich der verschiedenen Kerzensorten.

Eine gut brennende Kerze darf nicht rußen, der Docht muß gleichmäßig mit verbrennen, das geschmolzene Material muß vollständig vom Dochte aufgesogen werden und darf nicht ablaufen. Unter dem verkohlten Ende muß sich eine flache kelchartige Vertiefung bilden, worin nur eine geringe Menge des geschmolzenen Materials stehen darf.

Die von der Gewichtseinheit der verschiedenen Kerzenmaterialien erzeugte Lichtstärke ist sehr verschieden. Es liegen mehrere im Laufe der Jahrzehnte vorgenommene Untersuchungen vor, die mit geringen Abweichungen das gleiche Resultat ergeben haben. Kohlmann [2]) fand die Leuchtkraft der Paraffinkerze 1,58 mal größer als die der Stearinkerze von gleichem Gewicht und stellte fest, daß die Stearinkerze 1,2 mal mehr Material verbrauchte als die Paraffinkerze in der Zeiteinheit. Die Untersuchungen von Karsten [3]) und Karmarsch [4]) ergaben folgende Resultate:

Kerzensorte	Verhältniß der Leuchtkraft bei gleichem Materialverbrauch: Karsten	Karmarsch
Paraffin	1000	1000
Stearin	543	801
Talg	448	890
Wachs	450	700
Walrath	826	—
Künstliches Wachs	760	—

Dann haben Zinken, Büttner [5]) und Grotowsky [6]) photometrische Untersuchungen verschiedener Kerzensorten angestellt. Grotowsky fand:

[1]) Ausnahmen fanden während des Feldzuges 1870/71 statt. — [2]) Dingl. polyt. Journ. 138, 243. — [3]) Ebend. 134, 366. — [4]) Ebend. 138, 190. — [5]) Bericht über die vierte Versammlung des Vereins für Mineralölindustrie 1869 (München). — [6]) Zeitschrift für d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 24, Lief. 6.

Kerzensorte	Verhältniß der Leuchtkraft bei gleichem Materialverbrauch
Paraffinkerze mit Schmelzpunkt von 60° C.	1000
„ „ „ „ 58° „	960
„ „ „ „ 56° „	920
„ „ „ „ 54° „	890
„ „ „ „ 52° „	870
„ „ „ „ 50° „	760
Compositionskerze mit Schmzp. von 45° „	850
Stearinkerze	830
Wachskerze	840
Talgkerze	730

Marx[1]) stellte fest, daß eine Paraffinkerze mit der Leuchtkraft von 1,1 Lichtstärken 7,2 g Material in der Stunde verbraucht, während eine Stearinkerze mit der Leuchtkraft von 0,9 bis 1,0 Lichtstärke in derselben Zeit 9,5 bis 9,95 g Material nöthig hatte. — Eine vor einigen Jahren vorgenommene Prüfung verschiedener Kerzensorten[2]) führte zu folgenden Ergebnissen, die in den Tabellen I und II zusammengestellt sind. Die Tabelle I enthält Angaben über allgemeine Eigenschaften. Die äußere Beschaffenheit der Kerzen, des Dochtes, sowie Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt des Kerzenmaterials. Zur Erläuterung der Zahlenangaben ist nur Weniges zu bemerken. Das mittlere Gewicht einer Kerze wurde erhalten, indem das Nettogewicht des Packets durch die Anzahl der Kerzen getheilt wurde. Der Docht war bei sämmtlichen Kerzen aus Baumwollengarn geflochten; es wurde sowohl die Anzahl der Schnüre als der Fäden festgestellt und das Dochtgewicht pro laufenden Meter ermittelt. Letztere Bestimmung wurde in der Weise vorgenommen, daß der Docht je einer Kerze mit Petroläther und Alkohol vollkommen extrahirt, getrocknet, genau gewogen und aus Länge und Gewicht der Probe das Gewicht pro Meter berechnet wurde. Zur Charakterisirung des Kerzenmaterials wurde der Schmelzpunkt und der Erstarrungspunkt bestimmt. Die Bestimmung des Schmelzpunktes geschah nach der bekannten Weise im Capillarrohr und die des Erstarrungspunktes nach der vom Verein für Mineralölindustrie festgesetzten Vorschrift[3]). Die Unterschiede in den für Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt gefundenen Werthen beruhen, wie bekannt, auf den verschiedenen Ergebnissen der einen oder anderen Methode. Die Werthe gestatten daher nur relative Vergleiche und geben keine absoluten Zahlen für die Schmelz- und Erstarrungstemperaturen. — Was das Verhalten der Kerzen beim Brennen anbelangt, so zeigten die meisten Stearinkerzen bei einer Temperatur von 15 und 18° C. ein tiefes Becken mit normalem Materialverbrauch. Die Kerze Nr. 6 bildete ein tiefes Becken mit hohen Rändern, die bei geringer Luftbewegung zusammenstürzten, eine Ueberfüllung des Beckens und dadurch ein Ablaufen veranlaßten. Die Paraffinkerzen brannten

[1]) Muspratt's theoret., prakt. und analyt. Chem., S. 1283. — [2]) Bunte u. Scheithauer, Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1888, Nr. 12. — [3]) S. 208.

I. Allgemeine Eigenschaften.

Kerzensorten	Aeußere Beschaffenheit				Docht			Kerzenmaterial	
	Länge cm	Durchmesser cm	Mittleres Gewicht einer Kerze	Stück im Packet	Anzahl der Schnüre	Anzahl der Fäden	Gewicht von 1 m Docht g	Schmelzpunkt Grad C.	Erstarrungspunkt Grad C.
A. Stearinkerzen									
1. A. Motard u. Comp., Berlin; Prima	28,6	2,0	79,1	6	5	25	0,908	54—55	56—55
2. „ „ „ Secunda	27,5	2,0	77,5	4	5	25	0,8685	46—47	50
3. „ „ „ Tertia	24,9	1,7	51,1	6	5	25	0,875	46—48	50—46
4. Overbeck u. Sohn, Dortmund; Prima (Adler-Kerzen) . .	25,7	2,0	74,97	4	3	36	1,293	50—51	51,5—50,5
5. „ „ „ Secunda	26,4	2,0	75,9	6	3	36	1,362	47—49	48—47
6. J. G. Siegert u. Sohn, Neuwied a. Rh.; Prima (Milly-Kerzen)	19,0	2,4	77,86	6	5	60	2,155	55—56	58—57
7. Victor Hähl u. Comp., Ruprechtsau bei Straßburg; Krone	22,6	2,2	79,2	6	5	55	2,063	56—57	58—57
8. „ „ „ „ „ Prima	25,6	2,1	78,6	6	5	45	1,58	54—55	56—55,5
9. Stettiner Kerzen- und Seifenfabrik, Stettin; Prima (Stettiner Adler-Kerzen)	23,0	2,0	78,1	6	3	34	1,24	50—51	53,5
10. Münzing u. Comp., Heilbronn; Prima	29,6	2,1	96,1	5	5	50	1,68	51,5—53	58—56
B. Paraffinkerzen									
11. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft, Halle a. S. (Brillant Paraffinkerzen)	24,0	2,0	70,3	6	3	42	1,135	54	54
C. Compositionskerzen									
12. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft, Halle a. S.	29,5	2,1	92,9	5	3	45	1,78	47—48	44

Kerzensorten	Materialverbrauch pro Stunde	Flammenhöhe				Leuchtkraft in Hefner-Lichten			Materialverbrauch pro Stunde und Hefner-Licht	1000 g = 1 kg Material liefern Hefnerlicht-Stunden
		größte	geringste	mittlere	häufigste	Maximum	Minimum	Mittel		
	g	mm	mm	mm	mm					
A. Stearinkerzen										
1. A. Motard u. Comp., Berlin; Prima	8,5766	50	47	48,6	48	1,18	1,01	1,09	7,868	127,0
2. „ „ „ Secunda	8,5510	48	45	46,9	47	1,16	1,04	1,11	7,704	129,8
3. „ „ „ Tertia	8,7187	45	40	42,0	44	1,08	0,82	0,91	9,581	104,4
4. Overbeck u. Sohn, Dortmund; Prima (Adler-Kerzen)	9,6368	51	48	49,6	50	1,28	1,20	1,23	7,835	127,6
5. „ „ „ Secunda	9,4560	54	48	51,3	50	1,38	1,22	1,28	7,387	135,4
6. J. G. Siegert u. Sohn, Neuwied a. Rh.; Prima (Milly-Kerzen)	10,8989	73	57	66,8	67	2,10	1,60	1,79	6,088	164,2
7. Victor Hähl u. Comp., Ruprechtsau bei Straßburg; Krone	10,5260	66	59	62,0	62	1,46	1,22	1,30	8,097	123,4
8. „ „ „ „ „ Prima	9,8436	60	53	56,3	57	1,20	1,08	1,13	8,711	114,8
9. Stettiner Kerzen- und Seifenfabrik, Stettin; Prima (Stettiner Adler-Kerzen)	9,5753	57	52	54,4	55	1,33	1,13	1,24	7,722	129,5
10. Münzing u. Comp., Heilbronn; Prima	10,3594	63	57	59,3	60	1,40	1,13	1,32	7,848	127,4
B. Paraffinkerzen										
11. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft, Halle a. S. (Brillant-Paraffinkerzen)	8,4684	63	55	60,1	60	1,50	1,23	1,35	6,273	159,4
C. Compositionskerzen										
12. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft, Halle a. S.	8,5356	58	53	55,8	56	1,32	1,11	1,23	6,939	144,1

ebenso wie die Compositionskerzen bei den gleichen Beobachtungstemperaturen von 15 und 18° C. normal, die Paraffinkerzen mit tiefem, oben eingezogenem Becken, die Compositionskerze mit weniger tiefem, feuchtem Becken; beide ohne abzulaufen, selbst bei mäßig bewegter Luft. — Die Farbe sämmtlicher Stearinkerzen, Prima, mit Ausnahme Nr. 4, war porcellanartig rein weiß. Nr. 4 zeigte bei sonst schönem Ansehen einen Stich ins Gelbe. Die Secunda- und Tertiakerzen waren gelblich gefärbt; die Paraffinkerze hatte die bekannte opalweiße Farbe; die Compositionskerze zeigte im Aeußeren sich gut weißen Stearinkerzen ähnlich, jedoch weniger porcellanartig mit einem geringen Fettglanz.

Die für die Beurtheilung der Kerzen als Leuchtmaterial wichtigsten Bestimmungen sind in der Tabelle II aufgeführt. Die Beobachtungen erstreckten sich auf Materialverbrauch, Flammenhöhe und Leuchtkraft und wurden sämmtlich bei einer Temperatur von 15° C. vorgenommen. — Der Materialverbrauch pro Stunde wurde durch den Gewichtsverlust der Kerzen nach genau einer Stunde Brennzeit festgestellt. Die Bestimmung der Flammenhöhe wurde mit dem optischen Flammenmaß von Krüß vorgenommen, und zwar in der Weise, daß jede Kerze, nachdem sie längere Zeit ruhig gebrannt hatte, während 1/4 Stunde beobachtet wurde; in jeder Minute wurden zwei Ablesungen notirt. Aus diesen 30 Einzelbeobachtungen wurde die größte und geringste, sowie die mittlere und die häufigste Flammenhöhe entnommen. Zur Bestimmung der Leuchtkraft diente ein Bunsen'sches Photometer und als Lichteinheit die Amylacetatlampe von Hefner-Alteneck[1]). — Die photometrischen Beobachtungen der Kerzen wurden während je zehn Minuten vorgenommen und in jeder Minute eine Ablesung gemacht. Aus den Einzelbeobachtungen wurde die mittlere, größte und geringste Leuchtkraft abgeleitet. Sämmtliche photometrische Messungen wurden unter Beobachtung der Flammenhöhe ausgeführt, während die Kerzen die mittlere oder häufigste Flammenhöhe zeigten.

Unter Zugrundelegung der Zahlen über Materialverbrauch und mittlere Leuchtkraft wurden die beiden letzten Reihen der Tabelle II berechnet, die für die verschiedenen Kerzensorten: 1. Materialverbrauch pro Stunde und Hefnerlicht, und 2. Lichtmenge in Hefnerlichten beim Verbrennen von 1000 g Kerzenmaterial in einer Stunde angeben. Bei Vergleichung dieser Werthe fällt zunächst auf, daß die unter 6. aufgeführte Stearinkerzensorte eine Ausnahmestellung einnimmt; sie besitzt einen erheblich größeren Durchmesser, stärkeren Docht und dem entsprechend größere Flammenhöhe und Leuchtkraft. Es zeigt sich auch hier, wie bei anderen Leuchtmaterialien, daß bei größeren Flammen die Leuchtkraft in weit stärkerem Verhältniß wächst als der Materialverbrauch; die Kerze zeigte bei 1,79 Hefnerlichten Leuchtkraft den relativ geringsten Materialverbrauch von 6,088 g pro Stunde oder die größte Lichtproduction für 1000 g von 164,2 Hefnerlicht-Stunden. — Die übrigen 11 Kerzensorten stehen sich in den äußeren Verhältnissen und in der Leuchtkraft so nahe, daß sie direct mit einander verglichen werden können. Ordnet man die verschiedenen Kerzensorten nach der

[1]) 1 Normalkerze = 1,2 Hefnerlichten (Hfl.); Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1893, S. 342.

aus 1000 g = 1 kg Kerzenmaterial erzeugten Lichtmenge, so erhält man folgende Reihe:-

	Lichtmenge Hfl.-Stunden aus 1000 g Material	Leuchtkraft einer Kerze Hfl.
Paraffinkerzen	159,4	1,35
Compositionskerzen	144,1	1,23
Stearinkerzen	—	—
1. Nummer der Tabelle 5 . . .	135,4	1,28
2. „ „ „ 2 . . .	129,8	1,11
3. „ „ „ 9 . . .	129,5	1,13
4. „ „ „ 4 . . .	127,6	1,23
5. „ „ „ 10 . . .	127,4	1,32
6. „ „ „ 1 . . .	127,0	1,09
7. „ „ „ 7 . . .	123,4	1,30
8. „ „ „ 8 . . .	114,8	1,13
9. „ „ „ 3 . . .	104,4	0,94

Die aus 1000 g Kerzenmaterial erzeugte Lichtmenge ist hiernach bei Paraffin- und Compositionskerzen erheblich größer als bei Stearinkerzen von etwa der gleichen absoluten Leuchtkraft. — Die geringen Abweichungen der unter Nr. 2 bis 7 aufgeführten Stearinkerzen dürfen ohne Zweifel auf Zufälligkeiten zurückzuführen sein und liegen innerhalb der Beobachtungsfehler. Aus den ersten sieben Werthen berechnet sich für 1 kg Stearinkerzenmaterial eine durchschnittliche Lichtmenge von 129 Hefnerlicht-Stunden. — Nimmt man den Werth für Paraffin zu 159 Hefnerlicht-Stunden, den des Stearins wie oben zu 129 Hefnerlicht-Stunden pro 1000 g, so würde sich für die Compositionskerze entsprechend ihrer Zusammensetzung aus 2 Thln. Paraffin und 1 Thl. Stearin eine Lichtmenge berechnen von $\frac{(2 \times 159) + (129)}{3} = \frac{447}{3} = 149$ Hefnerlicht-Stunden. Diese Zahl weicht von den früher gefundenen 144 Hefnerlicht-Stunden so wenig ab, daß man sagen kann: In der Compositionskerze wird aus den beiden zur Mischung verwendeten Materialien die gleiche Lichtmenge producirt, wie wenn diese für sich verbrannt werden.

Zu einem für die Paraffin- und Compositionskerzen noch günstigeren Resultate gelangt man, wenn man statt des Materialverbrauchs pro Lichteinheit die Kosten pro Lichteinheit zu Grunde legt. Der Preis der Paraffinkerzen beträgt gegenwärtig nur etwa 80 Proc. des der Stearinkerzen-Primaqualität; das Preisverhältniß der Compositionskerzen zu Secundastearinkerzen kann wie 75 zu 90 angenommen werden.

Die Kosten für gleiche Lichtmengen verhalten sich demnach wie folgt:

Paraffinkerzen	Compositionskerzen	Stearinkerzen
503	578	775

Für die Güte der Paraffinkerze spricht auch der Umstand, daß sie seit dem Jahre 1869 von dem Verein deutscher Gasfachmänner als Normalkerze benutzt worden ist [1]). Erst in jüngster Zeit hat sie die Amylacetatlampe verdrängt.

[1]) Hauptversammlung deutscher Gasfachmänner in Coburg 1869.

VII. Die analytische Untersuchung des Kerzenmaterials und der Kerze.

In der Kerzengießerei werden die gebrauchten Materialien laufend auf ihre Eigenschaften untersucht. Von dem Paraffin bestimmt man den Schmelzpunkt[1]) und von dem Stearin außer dem Erstarrungspunkte den Oelsäuregehalt und sein Verhalten gegen die Farbstoffe. Die Erstarrungspunkt-Bestimmung führt man am sichersten nach der von Rüdorff angegebenen Methode[2]) aus. Man rührt mit dem Thermometer eine Probe des geschmolzenen Stearins, bis die Temperatur längere Zeit constant bleibt; diese Temperatur giebt den Erstarrungspunkt an. Aus dem Erstarrungspunkte kann man mit Hülfe der Tabelle von Dalican[3]) und der von de Schepper und Geitel[4]) annähernd auf den Gehalt an Oelsäure schließen. Um diese genau zu bestimmen, stellt man zunächst nach der Hübl'schen Methode[5]) die Jodzahl fest, die mit der Zahl 1,1601 den Gehalt an Olein, mit der Zahl 1,1102 multiplicirt den Oelsäuregehalt angiebt. — Eigenthümlich erscheint es, daß Farbe, Aussehen und chemische Zusammensetzung des Stearins keinen Anhalt für die Fähigkeit, Farbstoffe in befriedigender Weise aufzunehmen, bietet. Während einige Stearinsorten im gefärbten Zustande selbst nach längerem Liegen im Sonnenlichte nicht bleichen, entfärben sich andere unter denselben Bedingungen sehr bald. Man muß dieses Verhalten feststellen und die Stearinsorten entsprechend verwenden. Ein anderer Unterschied in den verschiedenen Stearinen zeigt sich im Brennen der Kerzen aus diesem Material, mag es nun mit wenig Paraffin oder unter Zusatz von $^2/_3$ Paraffin als Composition vergossen sein. Auch diese Eigenschaft kann durch Analyse ꝛc. nicht bestimmt werden und trifft nicht immer mit der anderen erwähnten zusammen. Die Kerzen aus dem einen Stearin brennen tadellos, während bei denen aus dem anderen der Docht sich nicht vollkommen nach dem Flammenrande biegt, zu „Rosen"bildung neigt und die Kerze leicht abläuft. Man muß wohl dies abweichende Verhalten der Stearinsorten auf die von einander verschiedenen Einzelheiten der Stearinfabrikation zurückführen. — Den Stearingehalt des Kerzenmaterials, wie es täglich vergossen wird, controlirt man auf einfache Weise durch Titration mit alkoholischer Kalilauge, die auf das zur Verwendung gelangende Stearin eingestellt ist. Im Allgemeinen eignet sich als Componente zur Paraffin-Compositionskerze ein möglichst hartes Stearin- und Palmitinsäure reiches, Oelsäure armes Stearin am besten, und empfiehlt sich zur Bewerthung des Stearins die Feststellung der Jodzahl und die Wahl eines dabei niedrig auskommenden Materials. — Wegen der Untersuchung der zum Guß von anderen Kerzensorten benutzten Materialien muß auf die eingehenden Abhandlungen von Benedikt (Analyse der Fett- und Wachsarten) verwiesen werden.

---

[1]) Siehe S. 208. — [2]) Poggendorff's Annalen 145, 279. — [3]) Benedikt, Analyse der Fett- und Wachsarten (2. Auflage), S. 186. — [4]) Ebend. 188. — [5]) Ebend. 116; Dingl. polyt. Journ. 253, 281.

Die chemische Untersuchung der Kerzen deckt sich im Wesentlichen mit der des Kerzenmaterials. Eine Paraffinkerze wird auf den Schmelzpunkt [1]) und Stearingehalt geprüft. Den letzteren bestimmt man durch Verseifen eines abgewogenen, vom Docht befreiten Stückes mit alkoholischer Kalilauge [2]). Das Paraffin trennt man von der Seife entweder durch Ausschütteln mit niedrig siedendem Petroläther und darauf folgender Verdampfung des Lösungsmittels oder durch starke Verdünnung der Seife mit Wasser, wobei sich der Paraffinkuchen klar über der Seifenlösung abscheidet. Das Paraffin reinigt man durch wiederholtes Auswaschen mit heißem Wasser und Trocknen. Die Differenz der Gewichte des angewandten Kerzenstückes und des zurückgewogenen Paraffins giebt die verseifbaren Bestandtheile an. Auf die gleiche Weise stellt man das Verhältniß von Paraffin und Stearin in der Compositionskerze fest. Von dem abgeschiedenen Paraffin wird noch der Schmelzpunkt bestimmt. Zuweilen zersetzt man die Stearinseife mit Säure und kann aus den Eigenschaften der gewonnenen Fettsäuren auf die Güte des vergossenen Stearins schließen. Die übrigen zur genauen Untersuchung einer Kerze erforderlichen Bestimmungen sind schon S. 273 bis 277 geschildert worden.

Diese Untersuchungen dienen sowohl zur Bewerthung als auch zur Identificirung von Kerzen oder der Fabrik, der sie entstammen, und werden nicht selten von Gerichten gefordert bei dem sehr weit verbreiteten Kerzendiebstahl, bei Brandstiftungen u. s. w. — Erwähnt sei noch, daß der Schmelzpunkt der Walrathkerze, wie sie in England als Normalkerze gilt, in folgender Weise bestimmt wird [3]). Ein Glasrohr wird an einem Ende in eine Capillare von 1 mm Durchmesser ausgezogen und diese in das geschmolzene Walrath getaucht, so daß nach dem Erkalten 2 bis 3 mm der Capillare davon angefüllt sind. Das Rohr wird vom anhaftenden Walrath gereinigt, so an einem Thermometer befestigt, daß die Capillare an dessen Quecksilberkugel anliegt, und dieses in ein Gefäß mit warmem Wasser von höchstens 37,5° C. gehängt. Das obere Ende des Rohres muß über der Oberfläche des Wassers und das untere 8 bis 10 cm darunter sich befinden. Darauf wird das Wasser langsam erwärmt. Wenn das Walrath schmilzt und durch das eindringende Wasser aus der Capillare nach oben gedrückt wird, liest man am Thermometer die Temperatur ab, die man als Schmelzpunkt ansieht.

VIII. Die Leuchter.

Die Kerzenfabrikation hat auch Veranlassung gegeben zur Construction verschiedener Leuchter, die im Allgemeinen auf folgenden Principien beruhen. Der Fuß der Kerze soll möglichst fest im Leuchter gehalten werden; einige Leuchter sind so eingerichtet, daß sie Kerzen von verschiedener Fußstärke aufzunehmen vermögen, wie z. B. der von Grotowsky construirte, ferner soll bei anderen das Ablaufen, das Biegen und das Schiefstehen verhindert werden.

[1]) Vergl. S. 208. — [2]) Benedikt, S. 44. — [3]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 1134.

Einige sind mit einer Vorrichtung versehen, durch die die Kerze nach einer bestimmten Zeit zum Verlöschen gebracht wird. Die Zahl der Leuchterconstructionen ist sehr groß und soll hier nicht näher darauf eingegangen werden. Der Eigenthümlichkeit wegen wollen wir den aus England stammenden Uhrleuchter anführen, der als Nachtlicht dient. An einem Leuchter, der ähnlich den bekannten Wagenlaternen die ganze Kerze in eine Blechhülse aufnimmt und nur die Krone frei läßt, ist ein Zifferblatt aus starkem, rothem Glas so befestigt, daß es von der brennenden Kerze voll beleuchtet wird. Der Zeiger dieses Zifferblattes steht mit dem federnden Blechplättchen des Leuchters, auf dem die Kerze ruht, in Verbindung. Brennt die Kerze, so hebt sich allmälig das Plättchen und in dem gleichen Verhältniß dreht sich der Zeiger des Zifferblattes. Von der brennenden Kerze wird nun in einer Stunde genau so viel Material verbraucht, daß der vorher eingestellte Zeiger den Verlauf einer Stunde genau angiebt. Derartige Kerzen sind aus Paraffin nicht schwer unter Berücksichtigung der Stärke des Dochtes und des Schmelzpunktes des Paraffins herzustellen; die Stärke der Kerze selbst ist durch die Weite des Leuchters vorgeschrieben. — Es sind auch Leuchter construirt worden, die eine den alten römischen Lampen ähnliche Gestalt besitzen und gebogene Kerzen aufnehmen. — Um das Abtropfen der Kerzen zu verhindern, können auch kleine Schutzhülsen, Tropfenfänger [1]), an der Krone der Kerze befestigt werden, die mit der abbrennenden Kerze sinken.

IX. Die wirthschaftliche Bedeutung der Kerzenfabrik.

In der sächsisch-thüringischen Industrie stellt die Kerze die hauptsächlichste Verwendungsform des Paraffins dar. Bei dem großen umständlichen Apparate, den die Kerzenfabrik erfordert, bei dem Umstande, daß sie, wie schon geschildert und noch weiter zu erläutern sein wird, große Nebenbetriebe und starke Aufnahmen aus anderen Fabrikationen nöthig macht, und daß ferner die Consumzeit, die im Wesentlichen auf mehrere Monate zusammengedrängt ist, die Fabriken zwingt, große Lager anzusammeln, deren Werth Opfer an Zinsen auferlegt, kann die Fabrikation als an sich Gewinn bringend kaum angesehen werden. Um ungefähr ein Bild über die Selbstkosten zu geben, seien folgende Durchschnittszahlen für 100 kg Kerzen angeführt, wobei erwähnt sei, daß diese sich auf die gesammte Kerzenproduction, also Paraffin-, Compositions- und Baumkerzen beziehen, deren Verhältniß sich etwa wie 2 : 2 : 1 stellt:

Löhne	3,00	Mark
Kisten	2,75	„
Alle Materialien	6,75	„
Verschiedenes [2])	3,00	„
Summa	15,50	Mark.

[1]) z. B.: Silbermann, D. R.-P. Nr. 54017. A. Lacotte, D. R.-P. Nr. 9156. W. Stahl, D. R.-P. Nr. 67603. — [2]) Reparaturen, Dampf, Wasser, Beleuchtung und Amortisation.

Hiervon sind die Kosten in Abzug zu bringen, die das fertige Paraffin verursacht, um es als versandtfertige Waare abzugeben (Gießen in Tafeln, Verpacken in Kisten): 3,50 Mark. 15,50 — 3,50 = 12 Mark. — Die Kosten für Paraffinkerzen allein stellen sich bedeutend billiger, in der Regel auf etwa 7 Mark pro 100 kg. Wiederholt sind die Kosten der Umwandlung des Paraffins in versandtfähig gepackte Kerzen der drei angeführten Arten zu etwa 12 Mark pro 100 kg angegeben worden [1]). Es ist dabei noch zu berücksichtigen, daß dieses Durchschnitte aus der Herstellung der einzelnen Sorten sind, die sehr bedeutend, je nach Material, Farbe, Form und Packung von einander abweichen.

Das Wesentliche bleibt immer der Preis der beiden Materialien, Stearin und Paraffin, von denen das zuletzt genannte besonders wiederum von der Marktlage der Kerzen abhängig ist. In kurzen Zeiträumen und je nach der Lage der Speculation auf dem Markte erscheinen Preisspannungen zwischen Rohmaterial und Kerze möglich, die dem Fabrikanten des Kerzenmaterials größere Chancen eröffnen als dem Kerzenfabrikanten. Die Kerzenfabrikation bleibt jedoch, wie sich die sächsisch-thüringische Industrie in Sonderheit entwickelt hat, deren nothwendiger Appendix, denn sie ist der Canal, durch den das werthvollste Product dem Markte zugeführt wird und seine gewiesene Verwendung als hervorragendes Leuchtmaterial findet.

Die Bedeutung dieses Theils der sächsisch-thüringischen Industrie in wirthschaftlicher Beziehung für andere Gewerbe erhellt aus den folgenden Angaben. Im Jahre 1893 wurden verbraucht:

Für Stearin	750 000	Mark
„ Cartonage, Papier	250 000	„
„ Docht	100 000	„
„ Farben	6 000	„
„ Kisten, Holz	250 000	„
Summa	1 356 000	Mark.

[1]) Geschäftsbericht der sächsisch-thüringischen Actiengesellschaft für Braunkohlenverwerthung, Halle a. S. 1886.

Zwölftes Capitel.

Das Oelgas.

I. Die Geschichte [1]).

Die Geschichte der Oelgasfabrikation hat ihren Anfang in England; dort hatte Murdoch im Jahre 1792 als erster das Steinkohlengas praktisch verwendet, indem er sein Haus damit beleuchtete, und 22 Jahre später stellte John Taylor Oelgas her und erhielt ein Patent auf sein Verfahren. Mehrere englische Städte, so Liverpool und Hull, führten die Oelgasbeleuchtung ein, gaben jedoch den Betrieb aus öconomischen Gründen nach kurzer Zeit wieder auf. Man benutzte als Rohmaterial meist vegetabilische Fette und Oele. In Deutschland beschäftigten sich zuerst Knoblauch und Schiele mit diesem Gegenstande und nachdem sie in den Jahren 1825 bis 1827 in Niederrad bei Frankfurt a. M. praktische Versuche mit der Erzeugung von Oelgas angestellt hatten, erbauten sie in ihrer Vaterstadt Frankfurt aus eigenen Mitteln eine Gasanstalt, die sie am 18. September 1828 eröffneten [2]). Mit den Schwierigkeiten, die sich, wie in den meisten Städten, so auch in Frankfurt der Einführung des Gaslichtes entgegenstellten, hatten die Unternehmer in den ersten Jahren in hohem Maße zu kämpfen; im December 1829 wurde das Oel durch amerikanisches Harz ersetzt; durch diese Veränderung wurden die Kosten des Betriebes verringert und so die Gasanstalt allmälig lebenskräftig gemacht, die im Jahre 1838 an eine Actiengesellschaft überging. Noch in anderen Städten Deutschlands wurde Oelgas fabricirt, so in Köln in den 30er Jahren von der Firma Stroof u. Comp., und in Wesel führte im Jahre 1840 Goddam Oelgasbeleuchtung ein. Im Jahre 1848 entstand auch in Hanau eine Oelgasanstalt; diese, wie auch die übrigen erwähnten, waren jedoch nur kleine Anlagen, deren Bestehen nicht von langer Dauer war und die durch die Steinkohlengasanstalten und durch die allgemeine großartige Entwickelung der Steinkohlengasindustrie ver-

---

[1]) Erwähnt sei, daß die Eintheilung dieses Capitels im Wesentlichen nach der des classischen Werkes von Dr. N. Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, getroffen worden ist. — [2]) Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, S. 16.

drängt wurden. Außerdem war auch für größere Verhältnisse der Bedarf an Rohmaterialien zu schwer zu beschaffen, da die Mineralölindustrie sich noch in den ersten Stadien befand. In den 50er Jahren wurden von der Fabrik in Reutlingen, die bituminösen Schiefer verschweelte, mehrere Oelgasanstalten eingerichtet, die Schieferöle verarbeiteten.

In Amerika war unterdessen die Oelgasbeleuchtung zu hoher Blüthe gekommen, und auch in England kam sie mehr und mehr in Aufnahme. Bedeutung gewann die Oelgasfabrikation in Deutschland erst, als in der Mitte dieses Jahrhunderts die sächsisch-thüringische Industrie entstand und ihr ein billiges Rohmaterial lieferte, das sich bei sorgfältigem Betriebe leicht zu einem gut leuchtenden Gase verarbeiten ließ. Als Förderer der Oelgasindustrie sind Hirzel, der im Jahre 1863 den ersten brauchbaren Apparat in einfacher Form zur Vergasung von Oel construirte, ferner Riedinger, Hübner, Suckow, Küchler und vor allem Pintsch zu nennen. Durch den zuletzt genannten, der die Beleuchtung der Eisenbahnwagen mit comprimirtem Oelgas in Deutschland einführte, ist die Anwendung von Oelgas besonders gestiegen. Als Beispiel von der Verbreitung des Oelgases mag dienen, daß von dieser Firma die Leuchtbojen im Suezcanal mit Oelgasbeleuchtung eingerichtet worden sind. — Hauptsächliche Anwendung hat das Oelgas zur Beleuchtung von Fabriken aller Art, Spinnereien, Brauereien und derartigen Anlagen gefunden. Auch viele kleinere Städte werden damit beleuchtet, und stellt die Abgabe des Oelgases von der Stadt aus an die Consumenten in der Regel eine bedeutende Einnahmequelle des Stadtsäckels dar.

Von besonderer Bedeutung für die Zukunft des Oelgases ist noch seine Verwendung zum Aufbessern des Steinkohlengases anzusehen. Nachdem man sich schon früher viel mit dieser Angelegenheit befaßt hatte, sind Versuche nach dieser Richtung in den letzten Jahren besonders in England angestellt worden und haben gute Resultate ergeben, auf die wir später genauer eingehen werden. Gleich dem Steinkohlengas ist noch Wassergas als eine Gasart anzusehen, deren Anreicherung durch Oelgas erfolgen kann.

II. Das Material für die Oelgasbereitung und seine Untersuchung.

Als Material zur Herstellung von Oelgas werden jetzt die aus den Schweelttheeren durch Destillation erhaltenen Oele, Gasöle, und die Petroleumproducte verwandt, während man von den in früheren Jahren benutzten Stoffen, wie vegetabilische Fette und Oele, als Rohmaterial für das Oelgas absieht. Ueber die aus den Schweelttheeren verschiedener Art gewonnenen Oele ist im achten Capitel berichtet worden. Das Vorkommen und die Verarbeitung des Petroleums haben H. Höfer[1]) und A. Veith[2]) eingehend geschildert und verweisen wir daher auf diese Werke.

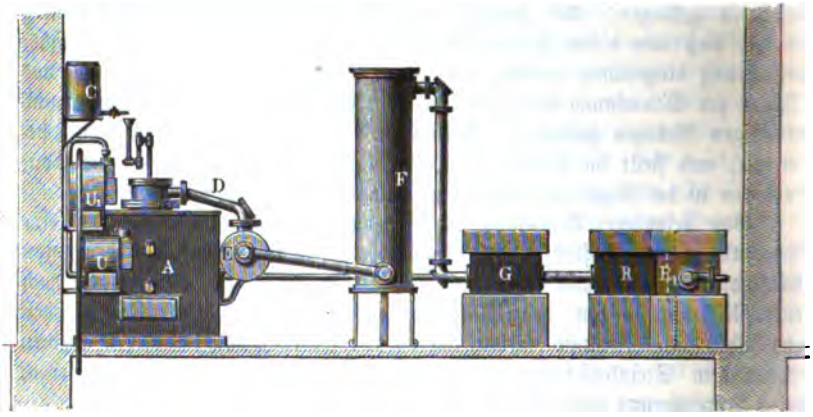
---

[1]) Das Erdöl und seine Verwandten. — [2]) Das Erdöl und seine Verarbeitung.

Im Allgemeinen kann man, um ein Urtheil über die Verwendung eines Oels zu Vergasungszwecken zu gewinnen, nur eine Vergasung selbst als maßgebende Untersuchung betrachten. Im Handel ist jedoch eine leichter mögliche Feststellung der Eigenschaften eines Gasöls seit jeher üblich gewesen; man berücksichtigt die Farbe, das specifische Gewicht, den Kreosotgehalt und zuweilen auch den Entflammungs- und Entzündungspunkt. So ist es im Handel mit Gasölen der sächsisch-thüringischen Industrie gebräuchlich geworden, ein specifisches Gewicht von 0,850 bis 0,900 zu Grunde zu legen, bei einem Kreosotgehalt von höchstens 3 Volumenprocenten, während die Oele nichts oder nur wenig unter 200° C. Siedendes enthalten und zum größten Theil bis 320° C. sieden sollen. Alle diese Bestimmungen gestatten aber keinen unbedingten Rückschluß auf die Vergasungsfähigkeit eines Paraffinöls, und wird in neuerer Zeit der Vergasung einer Probe der Vorzug gegeben.

Um in kurzer Zeit ein Oel mit Sicherheit auf seinen Vergasungswerth untersuchen zu können und nicht auf die betriebsmäßige Vergasung angewiesen

Fig. 139.

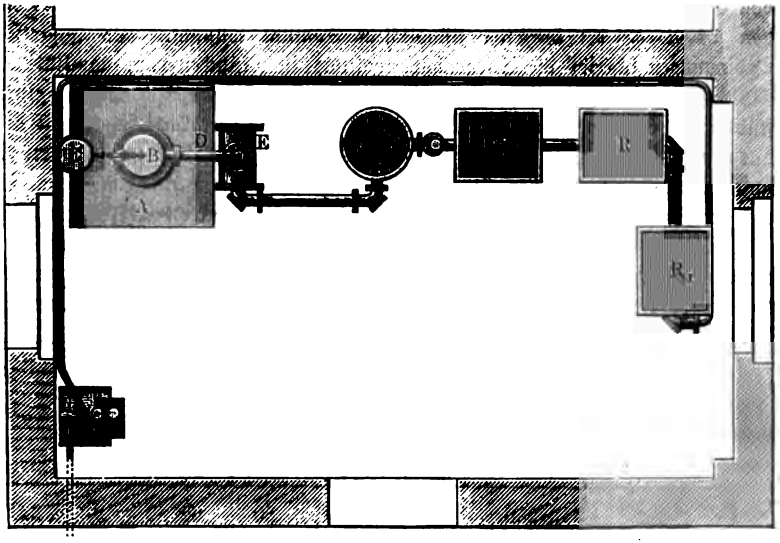


zu sein, und um zugleich die Gasöle und das daraus gewonnene Gas einer eingehenden Prüfung zu unterwerfen, wurde vom Verkaufs-Syndicat für Paraffinöle zu Halle a. S. eine Versuchsgasanstalt in Fabrik Webau bei Weißenfels a. S. gebaut, deren Einrichtung dem Großbetriebe nachgebildet ist und die durch die Fig. 139 u. 140 erläutert wird. *A* ist der Ofen, worin die gußeiserne Retorte *B* von 25 Liter Fassungsraum hängt, die entweder durch Gas, das mit der Gasuhr *U* gemessen wird oder durch Steinkohle geheizt werden kann. Hat die Retorte die erforderliche Temperatur erreicht, so läßt man das Oel vom Oelgefäße *C* nach der Retorte fließen. Die Retorte und der Oelzufluß ist ähnlich der Suckow'schen Einrichtung getroffen, die später genauer beschrieben werden soll, und steht die Vergasungsfläche der Retorte zu der einlaufenden Oelmenge in demselben Verhältniß wie bei den im Großbetriebe arbeitenden Retorten. Das gebildete Gas entweicht aus der Retorte durch das Ableitungsrohr *D*, das in die Vorlage *E* mündet, die mit

Oelgastheer bis zur Höhe des Abgangsrohres gefüllt ist, dort wird das Gas von den dampfförmigen Kohlenwasserstoffen zum Theil befreit, deren Absonderung noch vollkommener in dem Condensator F geschieht, in den das Gas von der Vorlage aus geleitet wird. Die abgeschiedenen flüssigen Theile des Gases (Oelgastheer) aus der Vorlage und dem Condensator sammeln sich in einem unter das Schwanenhalsrohr des Condensators gestellten Gefäße. Das Gas streicht nun durch den Wäscher G, der in zwei Horden mit Paraffinöl getränkte Putzwolle enthält, dann durch die zwei Reiniger R und R_1, in denen ihm der Schwefelwasserstoff entzogen wird, und geht durch die Gasuhr U_1 nach dem Gasometer.

Zur Vergasung gelangen in der Regel 10 kg Oel, deren Gasausbeute durch die Gasuhr bestimmt wird, während der abgeschiedene Oelgastheer und

Fig. 140.



der in der Retorte entstandene Koks und Ruß gewogen werden. Die Ergebnisse berechnet man auf 100 kg Oel. Von dem Gas wird noch die Leuchtkraft mit einem Bunsen'schen Photometer ausgedrückt in Hefner-Lichten festgestellt. — Auch ist die in der Zeiteinheit zur Vergasung gelangende Oelmenge den Verhältnissen des Großbetriebes angepaßt, und gestattet die Gasuhr das in der Minute gebildete Gasquantum abzulesen. Man kann auf diese Weise bei genaueren Untersuchungen aus der in der Minute durch die Uhr gehenden Menge, eine normale Theerbildung vorausgesetzt, einen Rückschluß auf die größere oder geringere Vergasungsfähigkeit eines Oels machen. Erfahrungsgemäß entspricht ein Gasdurchgang von 40 bis 45 Liter in der Minute den Verhältnissen des Großbetriebes.

Was man als ein normales Gasöl ansieht, ist nicht unbedingt festgelegt. Hirzel hat vorgeschlagen, von einem solchen zu verlangen, daß 100 kg

60 cbm Gas gäben, mit einer Leuchtkraft von 7,5 deutschen Normalkerzen [1]) bei 35 Liter stündlichem Verbrauch. Daraus berechnet sich ein Lichtwerth von 12857 [2]). — Die verschiedenen Eisenbahnverwaltungen stellen folgende Bedingungen. Die von Altona, Chemnitz und Magdeburg verlangen von 100 kg Oel 50 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 11 N.-K. bei 35 Liter stündlichem Verbrauch. Das Product der Cubikmeter und der Lichtstärken soll jedoch mindestens die Zahl 600 ergeben, falls der vorherstehenden Bedingung nicht genügt wird. Die Eisenbahnverwaltungen von Frankfurt a. M., Elberfeld, Köln und Straßburg fordern aus 100 kg Oel 56 cbm Gas, ohne Angabe der Leuchtkraft, und die Vergasung muß glatt, ohne Verstopfung verlaufen oder wörtlich: „es darf beim Vergasen ein Zusetzen der Retortenvorlagen und der Röhren durch Pech nicht erfolgen". Die von Hannover verlangt aus 100 kg Oel 54 cbm Gas von 11 N.-K. und die von Berlin 52 cbm, während die von Erfurt eine Ausbeute von 23 cbm aus 50 kg Oel mit einer Leuchtkraft von 14 N.-K. bei 50 Liter stündlichem Consum wünscht. Die schärfsten Bedingungen schreibt die Eisenbahnverwaltung in München vor, nämlich aus 100 kg Oel sollen 56 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 8 N.-K. bei einem stündlichen Verbrauch von 20 Liter erzeugt werden. Dies kann sogar von dem ausgesucht besten Oel nicht erfüllt werden; die höchste Leistungsfähigkeit ist unter den angegebenen Verhältnissen eine Leuchtkraft von 5 bis 6 N.-K. Die anderen Forderungen entsprechen denen, die man an ein gutes Gasöl stellen kann.

Als ein gutes Gasöl der sächsisch-thüringischen Industrie kann man die in der folgenden Tabelle unter I, als ein solches mittlerer Qualität das unter II und als ein schlechtes das unter III angeführte Oel betrachten.

	Specif. Gewicht	Kreosot Proc.	Viscosität	Siedeanalyse: Anfang °C.	Siedeanalyse: bis 250° Proc.	Siedeanalyse: bis 300° C. Proc.	Erstarrt nach Proc.	100 kg geben cbm Gas	Leuchtkraft [3]) in Hfl. [4])	Theer Proc.	Lut Pro
I.	0,873	0,2	1,34	250	—	68	80	62	8	34,6	3,7
	0,883—84	1,0	1,58	218	8	42	58	61,1	9	30,2	9,3
	0,884	1,0	1,55	208	12	58	64	55,3	11	42,1	4,5
II.	0,883	1,2	1,48	210	22	63	73	55,2	9	42,9	5,9
	0,883	1,2	1,48	210	22	63	73	50,0	11,2	45,1	4,6
III.	0,879	0,8	1,19	210	62	99	99	53,2	5,6	45,9	3,2
	0,879	0,8	1,19	210	62	99	99	49,4	6,8	56,9	6,3

Die Angaben der Theerausbeute sind im Verhältniß zum Großbetriebe zu hoch (um 25 bis 30 Proc.), während die übrigen Angaben sich mit den Resultaten des Großbetriebes erfahrungsgemäß decken. — Diese Beispiele sind

[1]) N.-K. — [2]) 35 : 7,5 = 60000 : x. — [3]) Wenn der Angabe der Leuchtkraft keine nähere Bestimmung beigefügt ist, so ist diese stets bei einem stündlichen Verbrauch von 35 Litern gemessen worden. — [4]) Vergl. S. 276.

aus einer großen Anzahl von Oelen herausgegriffen, die in der Versuchsgasanstalt des Syndicats für Paraffinöle untersucht worden sind seit Ostern 1890. Es geht daraus hervor, daß man, wie schon erwähnt, nicht nach den früher besprochenen physikalischen Eigenschaften auf den Vergasungswerth eines Oels schließen kann. — Oele, die unter 200° und zugleich über 250° siedende Antheile in nicht unbedeutender Menge enthalten, geben in der Regel keine befriedigenden Resultate, wie das folgende Beispiel zeigt:

Specif. Gewicht	Kreosot Proc.	Viscosität	Siedeanalyse: Anfang °C.	bis 200° Proc.	bis 250° Proc.	bis 300° Proc.	100 kg Oel geben cbm Gas	Leuchtkraft in Hfl.	Theer Proc.	Koks Proc.
0,856	1,0	1,08	182	14	85	99	55,2	7,8	40,0	9,4
0,856	1,0	1,08	182	14	85	99	50,1	9,0	50,9	3,7

Dasselbe gilt für Oele, die ein specifisches Gewicht über 0,900 besitzen; so gab z. B. ein Oel von dem specifischen Gewicht 0,905 aus 100 kg 48,3 cbm Gas von 10 Hfl. bei 47,1 Proc. Theer und 5,7 Proc. Koks und 51,1 cbm Gas von 9,0 Hfl. bei 49,0 Proc. Theer und 5,4 Proc. Koks. — Oele, deren specifischen Gewichte über 0,915 oder 0,920 liegen, lassen sich bei gewöhnlicher Temperatur ihrer Dickflüssigkeit wegen nur schwer vergasen. Wärmt man sie durch indirecten Dampf auf 100 bis 110°C. an, und erhält sie bei dieser Temperatur während des Einlaufens in die Retorte, so liefern sie Resultate, die einem Gasöl mäßiger Qualität zukommen. Beachten muß man, daß der Entflammungspunkt des Oels etwa 20° über dieser Temperatur liegen muß, um Feuersgefahren mit Sicherheit auszuweichen. Solche Oele geben unter den angeführten Bedingungen folgende Ergebnisse:

	Specifisches Gewicht	100 kg geben cbm Gas	Leuchtkraft in Hfl.	Theer Proc.	Koks Proc.
I.	0,923	52,4	9,0	37,8	8,3
	0,923	44,5	11,2	46,2	5,7
II.	0,927	40,2	11,5	48,2	4,5
	0,927	37,2	12,0	48,5	4,2

J. Macadam[1]) hat wiederholt über die Vergasungswerthe der Oele der schottischen Industrie berichtet, und sind diese in folgender Tabelle geordnet[2]).

[1]) Journ. of Soc. of Chem. Industr. 1887, p. 199; Wagn. Jahresb. 1887, S. 123; Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 400. — [2]) Bei der Umrechnung gelten folgende Vergleiche: 1 engl. K.-K. pro 5 cbf = 1 K.-K. pro 150 Liter Consum. 1 Gallone = 4,54 Liter. 1000 cbf = 28,3 cbm.

Bezeichnung des Oels	Specif. Gewicht	Entflammungspunkt	Entzündungspunkt	Gas aus 100 l in cbm	Leuchtkraft in N.-K. bei 150 l Consum
1. Leuchtöl Nr. 1 . . .	0,815	—	—	62,3	63,1
2. „ „ 2 . . .	0,830	110°	121°	62,7	49,8
3. Rohes Paraffinöl . .	0,850	33°	41°	61,5	50,4
4. Grünes „ . .	0,884	74°	89°	63,9	53,2
5. Blaues „ . .	0,878	73°	131°	79,4	54,3
6. „ „ . .	0,868	132°	168°	81,0	54,8
7. Leichtes Schmieröl . .	0,872	132°	150°	63,8	61,3
8. Schweres „ . .	0,894	etwa 150°	—	58,8	57,3
9. Mittelöl	0,840	123°	137°	58,7	60,2
10. „	0,870	95°	128°	58,6	56,3

Nach der Ansicht verschiedener Fachmänner sind die angegebenen Resultate nicht vollkommen mit denen des Betriebes übereinstimmend und werden in der Regel beim Großbetriebe aus den schottischen Gasölen 50 bis 60 cbm Gas von 100 Liter bei einer Leuchtkraft von etwa 50 N.-K. [1]) erzielt [2]). Macadam hat bei seinen Untersuchungen auf die jeder Zeit leicht zu beweisende Thatsache hingewiesen, daß man bei der Verwendung der Leuchtöle als solcher einen größeren Ertrag an Leuchtkraft erzielt, als wenn man sie in Gas verwandelt und dieses verbrennt. Nach seiner Berechnung giebt 1 Liter Leuchtöl beim Verbrauch als solches eine Lichtstärke von 2220 g Walrath, während dasselbe Quantum Oel in Gas umgesetzt nur einer Lichtstärke von 1770 g Walrath entspricht, was einen Verlust von etwa 20 Proc. bedeutet.

Die Schieferöle aus Schottland und Frankreich, die die Verwaltungen der französischen Eisenbahnen zur Herstellung von Oelgas verwenden, zeigen die folgenden Vergasungswerthe [3]):

Bezeichnung des Oels	Specifisches Gewicht	Entflammungspunkt	Gas aus 100 kg in cbm
1. Helles schottisches Oel	0,86—0,87	100—105° C.	54—58
2. Braunes „ „	0,865—0,870	100—105° „	54—58
3. Oel von Autun (Saône et Loire) .	0,89—0,900	88—90° „	43—44
4. Oel von Bruzière (Allier)	0,89—0,900	88—90° „	43—44

[1]) Bei einem stündlichen Verbrauch von 150 Liter gemessen. — [2]) Humphry's The Chemistry of Illuminating Gas, p. 176. Vergl. Young, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 308. Salomons, Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1892, S. 7. Outon, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 356. Brown, Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1893, S. 477. Bolley, ebend. Foulis, ebend. 1892, S. 477. — [3]) Revue industrielle 1892, p. 397; Dingl. polyt. Journ. 288, 284.

Hierbei ist bemerkt, daß die Leuchtkraft des Gases die drei- bis vierfache des Steinkohlengases ist und bei 22 bis 25 Liter stündlichem Consum etwa 6,5 N.-K. beträgt. — Als Beispiel von dem Vergasungswerthe der Messeler Schieferöle mag Folgendes angeführt sein.

Specifisches Gewicht	100 kg geben cbm Gas	Leuchtkraft in Hfl.	Theer	Koks
0,868	57,6	10,5	35,1	4,6

Der Vergasungswerth von amerikanischem Petroleum mit einem specifischen Gewicht von 0,800 beträgt nach Macadam [1]) aus 100 Liter 53,6 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 66,7 N.-K. bei 150 Liter stündlichem Consum. Das russische und galizische Petroleum [2]) entspricht diesen Angaben gleichfalls. — Alle diese Bestimmungen haben nur Anspruch auf Vergleichswerth, denn fast noch mehr als die Beschaffenheit des Oels ist für das Ergebniß die Handhabung und der Bau des Apparates, der eigentliche Betrieb, maßgebend. Die hohen Zahlen über die Ausbeute aus den schottischen Oelen werden von einzelnen Gasanstalten auch mit den Oelen der sächsisch-thüringischen Industrie erzielt. Der Chemismus der Oelgasbereitung liegt vielfach noch im Dunklen, und sind die Angaben darüber noch oft sehr widersprechend. Von größter Bedeutung ist auch der Umstand, daß kleinere Anstalten nur in intermittirendem, bisweilen auch mangelhaft geleitetem Betriebe arbeiten. Die Ergebnisse der im großen Maßstabe und continuirlich arbeitenden Anlagen sind im Allgemeinen die besten, wobei sich auch die Ausgaben für Bedienung und besonders für das Heizmaterial niedriger stellen. Für den Bedarf der Eisenbahnen, wobei das Gas vor seiner Verwendung auf ein bedeutend geringeres Volumen zusammengepreßt wird, kommt das Verhalten des Gases in diesem Zustande, je nachdem es mehr oder weniger Condensationsproducte giebt und in seiner Leuchtkraft geschwächt wird, mit in Betracht. Auf diese Fragen kommen wir später noch zurück.

Den Vergasungswerth eines Oeles zu verbessern, giebt es kein sicheres Mittel. Von Nutzen ist stets bei einem reichlichen Kreosotgehalt die Behandlung mit Natronlauge. Kreosot schwächt den Vergasungswerth ab, denn allein vergast liefern 100 kg davon nur 13,9 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 7,1 Hfl. bei sehr hoher Theerausbeute. Einen weiteren Beweis dafür liefert das folgende Beispiel. Das ursprüngliche Oel mit den folgenden Eigenschaften ergab:

Specifisches Gewicht	Kreosotgehalt	100 kg geben cbm Gas	Leuchtkraft in Hfl.	Theer	Koks
0,891	4,8	42,6	10,0	54,9	5,6
0,891	4,8	50,4	8,0	51,5	4,7

[1]) Journ. of Soc. of Chm. Industr. 1887, p. 199. Wagn. Jahresber. 1887, S. 123. — [2]) Vergl. Veith, Das Erdöl und seine Verarbeitung, S. 519.

Diesem Oele wurde durch die Behandlung mit Natronlauge das Kreosot fast entzogen und zeigte es dann:

Specifisches Gewicht	Kreosotgehalt	100 kg geben cbm Gas	Leuchtkraft in Hfl.	Theer	Koks
0,885	0,2	52,5	8,0	39,6	6,8
0,885	0,2	43,1	10,5	53,8	4,5

Die Behandlung des Oels mit Schwefelsäure erweist sich in den meisten Fällen auch vortheilhaft für den Vergasungswerth; so lieferte das zuletzt angeführte Oel, als es noch einer Behandlung mit 3 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. unterworfen worden war, 47,6 cbm Gas von 10,0 Hfl. und 52,3 cbm Gas von 8,7 Hfl. Bei einigen Oelen nützt die chemische Behandlung weit mehr als in dem geschilderten Falle. Ein Oel [1]) mit 0,905 specif. Gewicht und 2,0 Proc. Kreosotgehalt gab 51 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 7,75 N.-K. Nachdem es kreosotfrei gemacht und mit 5 Proc. Schwefelsäure von 66° Bé. behandelt worden war, lieferte es 55,3 cbm mit einer Leuchtkraft von 8,6 N.-K. Daß die durch die Behandlung mit Schwefelsäure den Oelen entzogenen Pyridinbasen den Vergasungswerth beeinträchtigen, zeigt die Vergasung dieser Körper. Es liefern 100 kg davon 24 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 11 Hfl., und resultiren bei der Vergasung 80 Proc. Theer. — Aus dem Angeführten geht hervor, daß eine erschöpfende Behandlung mit Chemikalien bei der Oelfabrikation angewandt werden muß, soll ein befriedigender Vergasungswerth erzielt werden. Dies erscheint auch besonders wichtig, wenn man den Schwefelgehalt der Mineralöle in Betracht zieht, für dessen Erniedrigung neben der Behandlung mit Chemikalien eine genügende Reinigung durch Destillation erforderlich ist. Eine vollkommene Entschwefelung der Oele im fabrikativen Maßstabe ist bisher noch nicht geglückt. Ein gutes Gasöl soll nicht mehr als 2 Proc. Schwefel enthalten. Der Schwefel erweist sich auch deswegen als unliebsamer Bestandtheil, weil er je nach der Temperatur der Vergasung in verschiedenen chemischen Verbindungen auftritt. Bei dem Schwefelgehalt des Gases muß man nämlich zwei Unterschiede machen, einmal den Schwefel im ungereinigten Gas und dann den im gereinigten Gas. Im gereinigten Gas darf kein Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff, sondern er darf nur in solchen Verbindungen enthalten sein, die auf die übliche Reinigungsmasse nicht reagiren. Vergast man normal, so erhält man von dem Schwefel des Oels etwa 25 Proc. in das Rohgas. Ein Gasöl, das 54,3 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 11 Hfl. gab, enthielt 1,70 Proc. Schwefel. Im Rohgas waren davon 0,43 Proc., also 25,3 Proc. von dem Schwefelgehalt des Oels. Bei einem anderen Gasöl, dessen Schwefelgehalt nur 0,86 Proc. betrug, waren davon 0,17 (etwa 20 Proc.) im Rohgas. Es liegt noch eine Reihe von Untersuchungen vor, deren Resultate gleichfalls ergeben, daß bei normaler

[1]) Rosenthal, Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1887.

Vergasung der Schwefelgehalt des Gases 20 bis 28 Proc. von dem des Oels ausmacht. Mit je mehr Hitze das Oel vergast wurde und je höher die Gasausbeute war, desto mehr Schwefel enthielt auch das Rohgas im Verhältniß zum Schwefel des Oels. Die Analysen der Oele wurden nach der Methode von Carius und die des Gases mit Drehschmidt's Apparate[1]) ausgeführt. — Wie viel von dem Schwefel im Rohgas als Schwefelwasserstoff enthalten ist, richtet sich gleichfalls nach der Vergasungsart. Steigert man die Temperatur der Retorte und arbeitet auf reichliche Gasausbeute, so sinkt der Gehalt an Schwefelwasserstoff und die anderen Schwefelverbindungen mehren sich. Es ist nachgewiesen worden, daß bei sehr hoher Vergasungstemperatur entweder überhaupt kein Schwefelwasserstoff gebildet oder dieser schon während des Vergasungsvorganges wieder zersetzt wird und der gesammte Schwefel des Rohgases im gereinigten Gase bleibt[2]). Bei einer normalen Vergasung kommen von dem gesammten Schwefel des Rohgases etwa $^1/_3$ auf die Schwefelverbindungen außer dem Schwefelwasserstoff. So waren bei dem auf voriger Seite angeführten Beispiel (Gasöl mit 1,70 Proc. Schwefel) in 1000 Liter Rohgas 0,76 g Schwefel und davon 0,53 g als Schwefelwasserstoff und 0,23 g, also 30,3 Proc., als Schwefelverbindungen enthalten, die sich auch im gereinigten Gase vorfanden. Von einem anderen Oele mit 1,74 Proc. Schwefel enthielten 1000 Liter des Rohgases 0,87 g und dieselbe Menge vom gereinigten Gas 0,28 g (32,2 Proc.) Schwefel. — Der Rest des im Oele enthaltenen Schwefels findet sich im Wesentlichen etwa zu $^2/_3$ im Oelgastheer und zum kleineren Theile im Koks. Der Schwefelgehalt des Theeres schwankt gleichfalls nach der Art der Vergasung; bei hoher Vergasungstemperatur steigt er zu Gunsten des Schwefels im Koks.

In der Regel kann man einen Schwefelgehalt des gereinigten Gases von 0,25 bis 0,3 g im Cubikmeter als normal ansehen. Zum Vergleich mag angeführt werden, daß in England ein Steinkohlengas gesetzlich als unzulässig gilt, das mehr als 0,43 g Schwefel im Cubikmeter enthält[3]). In der Steinkohlengasindustrie hat man, wie daraus hervorgeht, mit dem gleichen Uebelstande wie in der Oelgasindustrie zu kämpfen. L. T. Wright[4]) hat die einschlägigen Verhältnisse genau untersucht und gleichfalls festgestellt, was für Oelgas schon erläutert ist, daß der Schwefelgehalt des gereinigten Gases mit steigender Vergasungstemperatur wächst. Von vielen Beispielen sei eins angeführt. Eine Steinkohle mit einem Schwefelgehalt von 1,97 Proc. lieferte bei niedriger Temperatur vergast ein gereinigtes Gas, das 0,3 g Schwefel im Cubikmeter enthielt, während dieselbe Gasmenge bei hoher Temperatur fabricirt einen Schwefelgehalt von 1,0 g zeigte. Armstrong bestätigt diese Angaben, indem er als Beweis erwähnt, daß aus einer Kohle bei niedriger Temperatur vergast 26,5 cbm Gas (aus 100 kg) erhalten wurden, von dem im gereinigten Zustande 1 cbm 0,57 g Schwefel enthielt. Steigerte man die Ausbeute an Gas durch

---

[1]) Hempel, Gasanalytische Methode, S. 233; Chem.-Ztg. 1887, Nr. 89. — [2]) Krey, Die Mineralöl- und Paraffinfabriken der A. Riebeck'schen Montanwerke, S. 32. — [3]) Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1894, S. 109. — [4]) Ebend. 1888, Nr. 16.

Erhöhung der Vergasungstemperatur um 10 Proc., so stieg der Schwefelgehalt des Gases von 0,57 auf 0,92 g im Cubikmeter. Zugleich wird den Gasfabrikanten gerathen, auf höhere Ausbeute zu Gunsten des Schwefelgehaltes des gereinigten Gases zu verzichten und die Vergasung so einzurichten, daß der meiste Schwefel der Kohle als Schwefelwasserstoff in das Gas übergeht. Dabei wird jedoch ausdrücklich festgestellt, daß es sehr schwierig wäre, die Gasfabrikanten von dieser Thatsache zu überzeugen.

Zu verwerfen ist es, ein Oel, das einen geringen Vergasungswerth zeigt mit einem solchen von mittlerem oder hohem zu vermischen. Man erhält von dieser Mischung Werthe, die unter dem Mittel der Werthe der Componenten liegen. Gasöle von gleichem Vergasungswerth kann man nur dann mit einander mischen, wenn sie in ihren physikalischen Eigenschaften annähernd übereinstimmen. Oft erscheint eine Mischung geboten, um ein bestimmtes specifisches Gewicht u. s. w. zu erhalten. Daß eine solche Mischung nur unter bedeutender Verminderung des Vergasungswerthes vorgenommen werden kann, zeigt das folgende Beispiel [1]). Ein Gasöl von folgender Beschaffenheit:

Specifisches Gewicht	Kreosotgehalt	Siedeanalyse bis 300°	bis 310°	bis 320° C.	100 kg geben cbm Gas	Leuchtkraft in N.-K.
0,885	1,7	60	67	80 Proc.	55,5	9

wurde zu gleichen Theilen vermischt mit hellem Paraffinöl, dessen specifisches Gewicht 0,869 betrug bei einem Kreosotgehalt von 0,1 Proc., und das folgende Siedeanalyse zeigt:

Anfang	bis 250°	bis 300°
205°	50 Proc.	93 Proc.

Sein Vergasungswerth stand dem des ersten Oels nicht nach. Das Mischproduct hatte ein specifisches Gewicht von 0,877, enthielt 1 Proc. Kreosot und die Siedeanalyse ergab, daß bis 300°: 80, bis 310°: 87 und bis 320°: 91 Proc. übergingen. Der Vergasungswerth betrug dagegen nur 55,3 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 7,25 N.-K. aus 100 kg Oel. Auf den Grund dieser Erscheinung kommen wir später ausführlich zurück. — Man kann den Vergasungswerth eines Oels noch durch Destillation heben, giebt aber hierbei 10 bis 15 Proc., die als Rückstand, Gasverlust u. s. w. zu rechnen sind, verloren. Noch bedeutender ist die Steigerung des Vergasungswerthes, wenn man die Destillation unter Druck ausführt, und zwar nimmt der Vergasungswerth mit dem bei der Destillation herrschenden Drucke zu. Es wurde ein Oel mit einem specifischen Gewicht von 0,912, das ein minderwerthiges Gasöl darstellte, bei gewöhnlichem Drucke und bei einem solchen von 2, 3 und 4 Atm. destillirt und das Destillationsproduct vergast. Durch die gewöhnliche Destillation gewann man schon ein gutes Gasöl, und das durch die Druckdestillation erhaltene übertraf dieses noch um 5 bis 9 Proc. [2]).

---

[1]) Rosenthal, Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1887. — [2]) Scheithauer, Der Vergasungswerth druckdestillirter Oele; Jahresber. des Techn.-Vereins der sächs.-thüring. Mineralölindustrie 1888, S. 13.

III. Der Proceß der Oelgasbereitung und die Bestandtheile des Oelgases.

Der Vorgang der Erzeugung von Oelgas in der Praxis mit den meist üblichen Apparaten ist in folgender Weise zu erklären. Das in die heiße Retorte tropfende Oel wird erst in Dampf verwandelt, und dann setzt sich dieser Dampf an den heißen Retortenwänden und in dem erhitzten Retortenraume selbst zum Theil, etwa 50 bis 60 Proc. in gasförmige Körper um. Ein Theil des Oeldampfes bleibt unverändert und verdichtet sich durch Abkühlung in der Vorlage und dem Condensator, während ein anderer Theil, sich ebenfalls dort verdichtend, in flüssige und feste aromatische Kohlenwasserstoffe umgebildet worden ist. Das Condensat bezeichnet man mit Theer, Oelgastheer. Bei dieser Neubildung von Kohlenwasserstoffen aus den ursprünglichen Bestandtheilen des Oels entsteht wie bei jeder Destillation Koks und zuweilen auch Ruß; dieser Kohlenstoff bleibt entweder in der Retorte zurück oder setzt sich in unliebsamer Weise in den Gasableitungsrohren an. Das Bestreben des Gastechnikers muß dahin gehen, aus einem Oel möglichst viel Gas von guter Leuchtkraft bei mäßiger Theer- und Koksausbeute zu erlangen. — Im wissenschaftlichen Sinne kann man zwei verschiedene Wirkungen der heißen Retorte unterscheiden. Einmal die der strahlenden Wärme und dann die der glühenden Retortenwände selbst. Nach der Meinung von Young [1]) ist die Wirkung der in der heißen Oelgasretorte herrschenden strahlenden Wärme die, die Oeldämpfe in niedrig siedende und gasförmige Fettkohlenwasserstoffe zu zersetzen, während durch die Berührung der Oeldämpfe mit den glühenden Retortenwänden die Zersetzung der Kohlenwasserstoffe des Oels so weit geht, daß mehr aromatische Körper entstehen. Im ersten Falle werden zunächst einfache gesättigte Kohlenwasserstoffe und Olefine gebildet und dann werden die gesättigten Kohlenwasserstoffe noch weiter in eine Reihe von Olefinen und in Methan zerlegt. Wesentlich ist der Gehalt an gasförmigen Olefinen im Gas, da diese Körper hauptsächlich die Leuchtkraft eines Gases bedingen [2]). Im zweiten Falle, bei Oberflächenberührung, entstehen der Hauptsache nach neben Benzol noch andere aromatische Körper, die dem Gase zunächst gleichfalls eine hohe Leuchtkraft verleihen. Da aber diese Körper keine Gase im eigentlichen Sinne des Wortes darstellen, und die Lösungsfähigkeit des Oelgases für dampfförmige Kohlenwasserstoffe beschränkt ist, so condensiren sie sich zum Theil beim Abkühlen, noch mehr beim Comprimiren des Gases, und die Leuchtkraft wird dadurch bedeutend geschwächt Um sie im dampfförmigen Zustande zu erhalten, muß man ihnen ein Verdünnungsmittel, Luft, Sauerstoff, Wasserstoff oder Wassergas, zusetzen. — Es erhellt hieraus, daß man bei der Herstellung des Oelgases schon Rücksicht auf seine

[1]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 260. — [2]) Vergl. Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1891, S. 669 (aus den Verhandlungen der XXIII. Jahresversammlung des Gas Institute); Journ. of Gas Lighting 1894, I, p. 1006.

Verwendung nehmen muß. Soll es für sich oder mit Steinkohlengas gemischt verbrannt werden, so muß die Zersetzung des Oeldampfes durch die strahlende Wärme im freien Retortenraume mit beschränkter Oberflächenberührung hervorgebracht werden. Wenn dagegen das erzeugte Gas z. B. zum Carburiren des Wassergases dienen soll, so erscheint es rathsam, auf die Bildung von Benzol zu achten, und die Oeldämpfe durch Flächenberührung zu zerlegen. Bei beiden Vorgängen muß noch als Princip festgehalten werden, daß das Oel selbst niemals auf die Retortenwände trifft, sondern stets vorher in Dampf verwandelt worden ist.

Von den Bestandtheilen des Gasöls sind die festen gesättigten Kohlenwasserstoffe bei der Vergasung am leichtesten und vortheilhaftesten in gasförmige Olefine umzuwandeln und stellen diese demnach das geeignetste Vergasungsmaterial dar [1]). Folgendes Beispiel mag diese Ansicht erläutern. Oel II. ist aus Oel I. durch Entziehung des Paraffins entstanden, das wie S. 217 u. 218 nachgewiesen ist, sich fast nur aus gesättigten Kohlenwasserstoffen zusammensetzt.

	Specif. Gew.	Siedeanalyse Anfang	— 300°	Paraffingehalt	100 kg Oel geben cbm Gas	Leuchtkraft in Hfl.	Theer	Koks
I [2]).	0,896	276°	6 Prvc.	7 Proc.	51,1	13	40,0	4,7
	0,896	276°	6 „	7 „	60,0	9,2	33,1	10,6
II.	0,900	258°	15 „	2 „	50,4	11,5	42,6	4,9

Den Oelgaspraktikern ist der günstige Einfluß des Paraffins auf die Vergasung eines Oels längst bekannt und legen sie Werth darauf, ein möglichst paraffinhaltiges Gasöl zur Gasfabrikation zu verwenden. — Tocher [3]) ist entgegengesetzter Meinung und hält die hochmoleculären ungesättigten Kohlenwasserstoffe für das geeignetste Material zur Oelgasbereitung.

Da die Zusammensetzung der einzelnen Oelsorten sehr verschieden ist, so muß auch bei Benutzung desselben Vergasungsapparates ihre Vergasung in verschiedener Weise geleitet werden. Wie ein Oel vergast werden muß, um die günstigste Ausbeute zu erzielen, kann nur durch den Versuch festgestellt werden. Im Allgemeinen gilt, daß die niedrig siedenden Kohlenwasserstoffe mehr Hitze erfordern als die höher siedenden, wenn man aus beiden Gas von derselben Leuchtkraft erzeugen will. Als eine normale Vergasung muß man eine solche ansehen, wobei Gas mit einer Leuchtkraft von 9 bis 11 Hfl. hergestellt wird. Der Retortenrückstand beträgt dabei in der Regel 4 bis 5 Proc. und der gebildete Theer 30 bis 35 Proc. vom angewandten Oel. Will man die Gasausbeute erhöhen, was nur auf Kosten der Leuchtkraft geschehen kann, so muß man entweder die Temperatur der Retorte erhöhen oder den Oelzulauf vermindern [4]). Während bei der normalen Vergasung mehr zu Theer condensirbare Producte auftreten, wird in diesem Falle ein Theil davon noch weiter zersetzt. Es entsteht Gas von geringer Leuchtkraft und Kohlenstoff, der sich als

[1]) Privatmittheilung von Krey. — [2]) Bei mittlerer und heller Rothgluth vergast. — [3]) Journ. of Society of Chem. Industr. 1894, XIII, p. 231; Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1895, S. 24. — [4]) Vergl. W. W. Lewes, Journ. of Soc. of Chem. Industr. 1892, p. 584.

Ruß niederschlägt. Geht man in diesem Punkte zu weit und die Rußbildung steigert sich, so werden die Gasabzugsrohre des Apparates verstopft und die Vergasung muß unterbrochen werden. Bei einer normalen Vergasung darf eine solche Störung nur selten oder gar nicht vorkommen und die Arbeit muß flott von Statten gehen. Soll dagegen ein Gas von höherer Leuchtkraft erzeugt werden, so muß man die Temperatur der Retorte erniedrigen oder eine größere Menge Oel in die Retorte treten lassen. Es entsteht weniger Gas, das aber eine große Leuchtkraft besitzt. Die Koksausbeute vermindert sich, während die Theermenge steigt. Der Druck in den Apparaten soll bei einer normalen Vergasung den von 80 mm Wassersäule nicht übersteigen. — Man unterscheidet drei Hitzegrade der Gasretorte, die man nach der Farbe mit dem Auge abschätzt, nämlich dunkle Rothgluth, mittlere Rothgluth oder Kirschrothgluth und helle Rothgluth. Die meisten zum Vergasen benutzten Oele verlangen mittlere Rothgluth bei einem normalen Gange der Vergasung, was etwa einer Temperatur von 750 bis 800° C. in der Retorte entspricht, während bei den zwei anderen Hitzegraden diese Temperatur um 100° C. fällt oder steigt. Die äußere Temperatur der Retorte beträgt etwa 100° C. mehr als die innere.

Daß jedes Oel einen bestimmten, durch die Untersuchung festgestellten Gang der Vergasung, Temperatur der Retorte, Oeleinlauf u. s. w., verlangt, ist schon hervorgehoben worden. Ist nun ein Oel aus zwei verschieden siedenden Oelen zusammengemischt, wie in einem früher (S. 292) erwähnten Beispiele gezeigt wurde, so verlangt jede dieser Componenten besondere Vergasungsbedingungen, und da diese bei einer gemeinsamen Vergasung nicht zu erfüllen sind, so muß ein schlechtes Vergasungsergebniß entstehen. Während bei dem angezogenen Beispiele das erste Oel eine mittlere Temperatur der Retorte zur Vergasung fordert, ist bei dem zweiten eine höhere dazu nöthig. Wird nun die erste inne gehalten, so vergast das helle Paraffinöl nicht vollständig, sondern es verdampft zum Theil und vermehrt die Theerausbeute. Steigert man die Temperatur, so tritt neben der vollkommenen Vergasung des hellen Paraffinöls schon eine weitergehende Zersetzung des Vergasungsproductes des anderen Oels unter Abscheidung von Koks oder Ruß ein. Daher ist die Vergasung eines solchen Mischöls schwer durchzuführen, weil man leicht Verstopfung der Gasabzugsrohre erhält. — Lewes[1]) untersuchte verschiedene Oele auf ihren Vergasungswerth bei verschiedenen Temperaturen und fand Folgendes:

Bezeichnung des Oels	Specifisches Gewicht	Entflammungspunkt
I. Russisches Destillat	0,864	65° C.
II. „ rohes Oel	0,866	15° „
III. Mittleres Schieferöl	0,868	über 121° „
IV. Schottisches Grünöl	0,848	64,5° „

[1]) Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1893, S. 784. (Aus den Verhandlungen der Institution of Gas-Engineers 1892.)

Oel	Vergasungstemperatur	100 l geben cbm Gas	Leuchtkraft in N.-K. bei 150 l stündl. Consum	Rückstände Proc.
I.	Dunkelrothgluth . . .	8,5	54,8	59,1
I.	Mittelrothgluth . . .	37,4	50,7	22,7
I.	Hellrothgluth	52,3	42,2	11,8
II.	Dunkelrothgluth . . .	12,5	56,6	44,3
II.	Mittelrothgluth . . .	34,9	48,4	17,6
II.	Hellrothgluth	49,9	47,2	8,8
III.	Dunkelrothgluth . . .	5,0	44,8	81,9
III.	Mittelrothgluth . . .	29,0	56,1	20,9
III.	Hellrothgluth	49,9	42,0	15,4
IV.	Dunkelrothgluth . . .	10,0	61,1	18,1
IV.	Mittelrothgluth . . .	28,9	59,2	22,6
IV.	Hellrothgluth	43,6	50,1	33,3

Pryce [1]) vergaste russische Oele und schottische Schieferöle bei verschiedenen Temperaturen und stellte gleichfalls fest, daß jedes Oel zu seiner Vergasung eine bestimmte Temperatur verlangt [2]), bei der es das günstigste Vergasungsresultat giebt, und ferner, daß bei demselben Oele mit steigender Temperatur der Retorte die Gasausbeute steigt und die Leuchtkraft des Gases sinkt. — Ist die Temperatur der Retorte höher, als sie die Bildung von Oelgas fordert, so werden Verluste an Leuchtkraft durch secundäre Zersetzung hervorgerufen, was Lewes und Bunte mit Steinkohlengas experimentell nachgewiesen haben. Lewes [3]) leitete Steinkohlengas durch ein glühendes Porcellanrohr, das mit Porcellanscherben gefüllt war, und fand, daß das Gas dadurch wesentlich an Leuchtkraft verloren und sich im Rohre ein reichlicher Niederschlag von Kohlenstoff gebildet hatte. Bunte [4]) füllte das Porcellanrohr mit Eisen- oder Kokestückchen, erhitzte es auf 1100 bis 1200° C. und leitete dann Gas hindurch. Er stellte durch Analyse fest, daß in dem Gase durch die Operation die leuchtenden Bestandtheile fast vollständig zerstört worden waren, wie aus der folgenden Zusammenstellung der Analysen hervorgeht:

---

[1]) Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1893, S. 497. — [2]) Die Resultate von Lewes und Pryce sind von Tocher bestätigt worden. Journ. of Society of Chem. Industr. 1894, XIII, p. 231; Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1895, S. 22. — [3]) Verhandlungen der Institution of Gas-Engineers 1892; Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1893, S. 479. — [4]) Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1894, S. 479.

	Ursprüngliches Gas	Gas, nachdem es über Eisen geleitet worden war	Gas, nachdem es über Koks geleitet worden war
Methan	31,9	5,8	1,6
Schwere Kohlenwasserstoffe .	5,8 (4,5 Aethylen, 1,3 Benzol)	0,0	0,8
Wasserstoff	47,9	81,2	81,4
Kohlenoxyd	8,3	5,8	10,2
Kohlensäure	3,5	1,2	0,9
Sauerstoff	0,9	1,0	0,2
Stickstoff	1,7	5,0	4,9

Ueber die Form der Apparate und über die zur Vergasung einer bestimmten Menge Oel in der Zeiteinheit nöthige Retortenfläche herrscht keine Uebereinstimmung. Dahin gehende Versuche [1]) haben ergeben, daß man keine höhere Ausbeute erzielt, wenn man die Retortenfläche pro Vergasungsstunde und Liter vergasten Oels vergrößert. Es wurden bei Retortenflächen für diese Einheiten von 0,147, 0,2 und 0,37 qm keine wesentlich abweichenden Vergasungsresultate erzielt. Dies ist erklärlich, da bei der Vergasung der innere Raum der Retorte eine bedeutende Rolle spielt. Auf das quantitative Vergasungsergebniß haben die Form und die Größe der Retorte nicht den großen Einfluß [2]), der ihnen von manchen Seiten zugesprochen wird. Von Wichtigkeit ist vor Allem der Vergasungsvorgang, Temperatur der Retorte, Oeleinlauf u. s. w., dessen Einzelheiten natürlich von dem zu vergasenden Oele und von dem Apparate abhängig sind, und der sich bei dem einen Apparate leichter gestalten wird als bei dem anderen. Es ist eben nöthig, für den Apparat, mit dem man arbeitet, die günstigsten Vergasungsbedingungen für ihn selbst und für die Oele festzustellen. Für die wirthschaftliche Gestaltung des Betriebes hingegen sind die Form der Retorte und namentlich die Anlage des Ofens, seine Feuerzüge und die dadurch erzielte Ausnutzung des Heizmaterials von großem Einfluß.

Für die Praxis des Heizers ergeben sich aus der Farbe des erzeugten Gases beim Entweichen aus den Probirhähnen und aus ähnlichen erfahrungsgemäß als wichtig erkannten Kennzeichen eine Reihe sicherer Anhaltspunkte für die Leitung des Vorganges, auf die wir später genauer eingehen werden. Wie denn auch hier schon hervorgehoben zu werden verdient, daß eine sachgemäße Handhabung des Oelvergasungsapparates von einem gewissenhaften Arbeiter mit mäßiger Intelligenz sicher ausgeführt werden kann. Jedenfalls werden an die Bedienungsmannschaft geringere Anforderungen gestellt, als sie die Steinkohlengaserzeugung oder gar die elektrische Lichtanlage erfordert.

---

[1]) Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1893, S. 478. — [2]) Vergl. St. Macadam, Transactions of the Gas Institute 1887. J. Macadam, Journ. of Soc. of Chem. Industr., März 1887 und Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1892, S. 41.

Um die bei dem Vergasungsvorgang auftretende Zersetzung und Ausscheidung von Kohlenstoff zu begrenzen, führten Hirzel[1]) und Küchler[2]) den zu vergasenden Oeldämpfen Wasserstoffgas zu. Den Wasserstoff erzeugten sie durch Zersetzung von Wasser durch glühendes Eisen[3]) und Koks in besonderen Apparaten, Hirzel in seinem Gasvermehrer und Küchler in dem unteren Theile seiner Doppelretorte. Die erhaltenen Vergasungsresultate waren günstig, doch stellte sich der weiteren Einführung dieses Verfahrens die schnelle Abnutzung der Gasretorte hindernd in den Weg. — Neuerdings hat Lewes[4]) die Vergasung im indifferenten Gasstrom auszuführen wieder angeregt und schlägt zu diesem Zwecke auch den Wasserstoff vor, dessen schützende Wirkung gegen die Zersetzung er experimentell nachgewiesen hat. Er leitete Steinkohlengas mit Wasserstoff gemischt durch ein glühendes Rohr, ohne daß eine wesentliche Veränderung des Gases bei nur sehr geringer Kohlenstoffabscheidung auftrat, während das reine Gas, wie schon angeführt, eine vollständige Zersetzung erlitt. Er nennt das Verdünnungsmittel „Kissen" (cushion) und glaubt, mit dessen Hülfe die Grenzen der zur Vergasung eines jeden Oels günstigsten Temperatur von etwa 40° C. auf 100 bis 150° C. erweitern zu können. — Der Vorschlag, Wasserdampf als Verdünnungsmittel anzuwenden[5]), muß schon aus theoretischen Gründen verworfen werden, denn um daraus den wirksamen Wasserstoff zu isoliren, werden Kohlenwasserstoffe, vor Allem die die größte Leuchtkraft erzeugenden Olefine, zersetzt[6]).

Der Peebles-Oelgasproceß.

Bei dem üblichen Vergasungsvorgang entsteht, wie erwähnt, aus dem Oel neben Gas noch Theer und Koks. Schon wiederholt sind Versuche angestellt worden, die flüssigen Producte hierbei vollkommen verschwinden zu lassen. Ging doch schon Taylor's Bestreben dahin, aus dem Oel nur Gas und Koks zu erzielen[7]), doch, da er dieses durch Anwendung einer hohen Vergasungstemperatur erreichen wollte, so mißlangen seine Versuche aus schon erläuterten Gründen. Später (1846) nahm Hilary diesen Gedanken wieder auf[8]) und versuchte es in der Weise, daß er über der Oelgasretorte einen Condensator aufstellte, durch den das entweichende Gas gehen mußte, und aus dem die verdichteten Producte, der Theer, zurückflossen und abermals vergast wurden. Daß die Vergasung des Gastheeres, die unter dem Namen Dinsmore-Proceß[9]) bekannt ist,

---

[1]) Küchler, Handbuch der Mineralöl-Gasbeleuchtung, S. 24 u. f.; Deutsche Industrie-Zeitung 1875, S. 172; Polyt. Centralbl. 1875, S. 823. — [2]) Küchler, Handbuch der Mineralöl-Gasbeleuchtung, S. 24 u. f.; Deutsche Industrie-Zeitung 1875, S. 152; Württemberg. Gewerbeblatt 1875, S. 327. — [3]) $2\,Fe + 3\,H_2O = Fe_2O_3 + 3\,H_2$. — [4]) Verhandlungen der Institution of Gas-Engineers 1892; Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1893, S. 500 u. 1894, S. 108. — [5]) Foulis, ebend. 1893, S. 498. — [6]) Vergl. Young, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 263. — [7]) Dworkowitsch, Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1894, S. 11. — [8]) Lewes, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 629. Humphrys, The Chemistry of Illuminating Gas, p. 145. — [9]) D. R.-P. Nr. 51141; Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1890, S. 465.

nicht erfolgreich durchzuführen ist, ist wiederholt bewiesen worden [1]). Wird er, wie in diesem Falle, mit dem Oel zugleich vergast, so beeinträchtigt er noch in ungünstiger Weise dessen Vergasung, da er sich in seiner Zusammensetzung wesentlich von diesem unterscheidet. Es ist aus diesen Gründen leicht erklärlich, daß Hilary's Bemühungen erfolglos blieben. — Erst in neuester Zeit ist es Young und Bell [2]) gelungen, durch den Peebles-Oelgasproceß diese wichtige Frage, aus Oel nur Gas und festen Rückstand zu gewinnen, mit großem Geschick und mit einem in der Oelgasindustrie geradezu epochemachenden Erfolg zu lösen. Der Proceß beruht auf dem fractionirten Vergasungsvorgang und dem Waschen der aus der Gasretorte entweichenden flüchtigen Producte durch das zufließende Oel. Es wird hierbei dem Umstande Rechnung getragen, daß die Componenten eines jeden Oels verschiedene Vergasungstemperaturen erfordern. Die Vergasung wird ausgeführt bei einer Temperatur der Retorte, die nur hinreicht, einen Theil des Oels durch die strahlende Wärme in permanentes Gas umzusetzen. Dazu ist eine innere Temperatur von 480 bis 500° C. und eine äußere von 650 bis 700° C. in der Regel nöthig. Auf die Vortheile der benutzten Retortenform, die cylindrische, soll später hingewiesen werden. Das entweichende Vergasungsproduct wird durch das zulaufende Oel gewaschen und dadurch werden ihm alle dampfförmigen Kohlenwasserstoffe, die sich durch die Zersetzung der Oeldämpfe bei der verhältnißmäßig niedrigen Temperatur gebildet haben, entzogen, vom Oel aufgenommen und gelangen zur eigentlichen Vergasung abermals nach der Retorte zurück, während die permanenten Gase entweichen. Dies wird dadurch erreicht, daß für Gasableitung und Oelzufluß ein und dasselbe Rohr benutzt wird. Bei diesem Proceß resultiren, da jeder Kohlenwasserstoff, der eine höhere als die in der Retorte herrschende Temperatur zu seiner Vergasung verlangt, fractionirt vergast wird, theoretisch nur wirklich gasförmige Körper und der bei jeder Zersetzung sich bildende Koks. In der Praxis bleiben keine oder nur noch geringe Mengen von dampfförmigen Kohlenwasserstoffen in dem Gase gelöst. Young und Bell erhielten aus schottischen Oelen folgende Resultate:

Oelsorte	Spec. Gewicht	100 l geben cbm Gas	Koks in kg
Blauöl	0,885	60,86	28,5
„	0,845	64,50	24,7
Rohes Schieferöl .	0,867	62,79	26,6

Die Lichtstärke war in allen Fällen etwa 60 N.-K. bei 150 Liter stündlichem Consum. Von Anderen, so von Glover [3]) und Yuill [4]), wird diese Aus-

[1]) Krämer u. Spilker, Berl. Ber. 1890, S. 3169; Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1891, S. 89. Krämer, Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1893, S. 493. — [2]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 260 u. f.; Journ. f. Gasbel. u. Wasservers. 1894, S. 305 (Peebles ist der Ort, an dem zuerst nach diesem Verfahren gearbeitet wurde). — [3]) Journ. of Gas Lighting 1894, I, p. 1050. — [4]) Ibid. II, p. 234. Glover und Yuill sind nach einjähriger Praxis mit der Oelgasfabrikation nach dem Peebles-Proceß sehr zufrieden und stellen dem Verfahren eine große Zukunft in Aussicht.

beute durch den Großbetrieb bestätigt oder ist sogar um ein Geringes übertroffen worden. — Zu bemerken ist hierbei, daß Gas von so hoher Leuchtkraft in der Regel nicht für sich, sondern nur als Mischgas mit Steinkohlengas verbrannt wird. Für sich verbrannt, neigt die Flamme zum Rußen.

Die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Oelgases.

Die Zusammensetzung des Oelgases[1]) schwankt in engen Grenzen im Verhältniß seiner Leuchtkraft[2]). Ein Gas mit einer Leuchtkraft von 10 bis 11 Hfl. hat folgende Zusammensetzung:

CO_2	1,0
O	0,5
Schwere Kohlenwasserstoffe . .	33,0
CO	2,5
H	15,0
CH_4	46,0
N	2,0

[1]) Wegen der analytischen Untersuchung verweisen wir auf die Veröffentlichungen von Leybold (Beiträge zur technischen Gasanalyse mittelst der Bunte'schen Bürette; Journ. f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1890, Nr. 13, 14, 15, 16 und 20), ferner auf die Werke von Cl. Winkler (Anleitung zur chemischen Untersuchung der Industriegase) und Walther Hempel (Gasanalytische Methoden). Ueber die Bestimmungen des Schwefelwasserstoffs im Gas mit Hülfe einer Jodlösung von bestimmter Concentration haben Kast und Behrend in Dingl. polyt. Journ. 270, 423 berichtet. — Hempel hat eine besondere Methode vorgeschlagen, die dampfförmigen Kohlenwasserstoffe, die bei der üblichen Analyse zum Theil von Alkali aufgenommen und als Kohlensäure mit in Anrechnung gebracht werden, vor der Feststellung der anderen Bestandtheile zu bestimmen. (Hempel u. Dennis, Journ. für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1891, S. 415.) Das Gas wird zu diesem Zwecke aus der Bürette nach der mit Quecksilber gefüllten Explosionspipette gedrückt, in der sich 1 ccm absoluter Alkohol befindet, und mit diesem drei Minuten lang geschüttelt. Der Alkohol ist vorher mit Leuchtgas gesättigt. Nachdem das Gas in die Bürette zurückgetrieben ist, bringt man es, um den Alkoholdampf zu entfernen, in eine Pipette, die über Quecksilber 1 ccm Wasser, das mit Leuchtgas gesättigt ist, enthält und schüttelt drei Minuten lang damit, dann führt man das Gas nach der Bürette zurück, und aus der Abnahme des Volumens ergiebt sich der Gehalt an dampfförmigen Kohlenwasserstoffen. Arbeitet man mit der Bunte'schen Bürette, so führt man die Entfernung des Alkoholdampfes aus dem Gase in der Bürette selbst aus. Die Bestimmung erscheint wichtig für das Oelgas, das zur Compression gelangt, und daher nur wenige dampfförmige Kohlenwasserstoffe enthalten darf, wenn es nicht wesentlich durch die Compression an Leuchtkraft einbüßen soll. Hempel untersuchte z. B. ein Oelgas, das 4,6 Proc. dampfförmige Kohlenwasserstoffe enthielt. — Erwähnt sei noch, daß Lewes, dem sich Pryce angeschlossen hat, vor der Bestimmung des Wasserstoffs und Methans die höheren Glieder der Methanreihe im Oelgas durch Paraffinöl entfernt. (Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1893, S. 497.)

[2]) Vergl. Leybold, Journ. f. Gasbel. und Wasserversf. 1891, S. 301.

Das Steinkohlengas dagegen besteht aus[1]):

CO_2	1,5
O	1,4
Schwere Kohlenwasserstoffe	3,0
CO	8,0
H	48,7
CH_4	33,4
N	4,0

Daß die Temperatur, bei der ein Oel vergast wird, von wesentlichem Einfluß auch auf das Verhältniß der Bestandtheile des Gases ist, erhellt aus folgendem Beispiel der Vergasung eines schottischen Schieferöls[2]):

Temperatur der Retorte:	Dunkelrothgluth	Hellrothgluth
100 l Oel geben cbm Gas	40	80
Leuchtkraft (bei 150 l Consum)	56,4	28
Rückstand (Theer und Koks)	50	19

Analyse des Gases:

CO_2	1,27 Proc.	1,33 Proc.
O	1,89 „	1,33 „
Schwere Kohlenwasserstoffe	36,02 „	5,32 „
CO	0,63 „	1,83 „
H	18,89 „	68,47 „
CH_4	41,30 „	23,22 „
N	0,00 „	0,00 „

Wir sehen, daß mit der erhöhten Vergasungstemperatur die Menge der schweren Kohlenwasserstoffe und des Methans sinkt, während der Wasserstoffgehalt des Gases bedeutend steigt. Die schon früher erläuterte Zersetzung des Gases bei hoher Temperatur macht sich schon hier bemerkbar.

Die zwei folgenden Analysen[3]) zeigen, daß das durch den Peebles-Oelgasproceß erzeugte Gas reicher an ungesättigten Kohlenwasserstoffen ist als das in der üblichen Weise hergestellte. Aus 100 Liter Oel wurden durch den Peebles-Proceß 63 cbm Gas mit einer Leuchtkraft von 60 N.-K. bei 150 Liter stündl. Verbrauch erzeugt, während nach der gewöhnlichen Vergasungsart[4]) nur 61,6 cbm Gas von 50 N.-K. hergestellt wurden. Die Analysen der zwei Gasarten sind:

---

[1]) Hempel, Schilling's Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, S. 91. — [2]) Lewes, Journ. f. Gasbel. u. Wasserversf. 1891, S. 668. (Aus den Verhandlungen der XXVIII. Jahresversammlung des Gas Institute.) Vergl. Pryce, ebend. 1893, S. 497. Eine ausführliche Arbeit über diesen Gegenstand ist von Tocher, Journ. of Society of Chem. Industr. 1894, XIII, p. 231—237: Journ. f. Gasbel. u. Wasserversf. 1895, S. 22. Die von Lewes gefundenen Resultate werden durch sie bestätigt. — [3]) Lewes, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 629. — [4]) Mit dem Apparat von Patterson.

	I.	II.
CO_2	0,63	0,50
O	1,14	0,60
Schwere Kohlenwasserstoffe	43,83	33,16
CO	0,00	0,50
H	16,85	19,65
CH_4	36,30	45,15
N	1,25	0,44

Ueber den Schwefelgehalt des Gases ist schon S. 290 u. 291 berichtet worden.

Wird das Oelgas stark (10 Atm.) comprimirt, so scheiden sich flüssige Kohlenwasserstoffe, Hydrocarbon, ab, deren Menge durchschnittlich 6 bis 8 kg aus 100 cbm comprimirtem Gas betragen [1]). Bei einer Compression auf 12 Atm. wurden von demselben Gasquantum 8 bis 10 kg Kohlenwasserstoffe abgeschieden. Diese Zahlen entstammen dem Großbetriebe der deutschen Oelgasindustrie. Nach Angabe von Outon [2]) condensiren sich aus 100 cbm comprimirtem Gas 16 Liter Kohlenwasserstoffe. Aus diesen Zahlen ergiebt sich, daß, auf das Gasöl bezogen, bei einer Ausbeute von 50 cbm 0,3 bis 0,5 Proc. leichtes Oel durch die Compression erhalten werden. Auffallend muß demnach das Resultat von J. Macadam [3]) erscheinen, der aus 56,25 Liter Oel 28,3 cbm Gas, 18 Liter Theer und durch Compression dieser Gasmenge 4,5 Liter Condensat, also 8 Proc. vom vergästen Oel erhielt. — Das abgeschiedene Oel [4]) ist frei von gesättigten Kohlenwasserstoffen und enthält nur Spuren von in Schwefelsäure unlöslichen Körpern; es besteht der Hauptmenge nach aus Benzol und Toluol gemischt mit Kohlenwasserstoffen der Reihe C_nH_{2n} und C_nH_{2n-2}. Benzol und Amylen scheinen vorherrschend zu sein. Aus diesem Hydrocarbon kann man das Benzol fabrikmäßig herstellen und auch die anderen Bestandtheile durch fractionirte Destillation trennen. Es eignet sich sehr gut zum Carburiren von Steinkohlengas. Meist wird es verwerthet, indem man es für sich wieder vergast oder dem Gasöl zusetzt. Sein Destillat hat folgende Zusammensetzung [5]):

70 Proc. Benzol,
15 „ Toluol,
5 „ höhere aromatische Homologe,
10 „ Homologe des Aethylens [6]).

Durch die Compression tritt begreiflicher Weise eine Schwächung der Leuchtkraft des Gases ein, und zwar ist diese Abnahme sehr verschieden und wird im Wesentlichen von dem Vergasungsvorgang abhängig sein. Je mehr dampfförmige Kohlenwasserstoffe im Gase gelöst sind, desto stärker wird die

---

[1]) Privatmittheilung der Firma Jul. Pintsch, Berlin. Vergl. Humphrys, The Chemistry of Illuminating Gas, p. 176. — [2]) Journ. of Gas Lighting, 1893, II, p. 356. — [3]) Ibid. 1893, II, p. 400. — [4]) H. E. Armstrong, Journ. of Soc. of Chem. Industr. 3, 462; Chem.-Ztg. 1885, S. 267. — [5]) Bunte, Ueber die Carburation des Leuchtgases; Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1893, S. 442. — [6]) Aus der addirten Brommenge berechnet.

Leuchtkraft durch die Compreſſion, wobei ſich dieſe Körper ausſcheiden müſſen, geſchwächt werden. Iſt die Leuchtkraft eines durch den gewöhnlichen Vergaſungsvorgang erzeugten Gaſes ſehr hoch, ſo wird es wegen ſeines in der Regel reichen Gehalts an dampfförmigen Kohlenwaſſerſtoffen auch durch die Compreſſion mehr an Leuchtkraft verlieren, als ein Gas von geringer Leuchtkraft. Von den meiſten Gasanſtalten für Eiſenbahnwagenbeleuchtung wird jetzt in der Regel im Gegenſatz zu früher ein ſtark leuchtendes Gas hergeſtellt. Man gewinnt im Durchſchnitt aus 100 kg Oel 48 bis 50 cbm Gas von 18 bis 20 Hfl. (35 Liter ſtündl. Conſum), dieſes Gas behält durch Compreſſion noch eine Leuchtkraft von 12 bis 13 Hfl., und es iſt alſo eine Abnahme an Leuchtkraft um $^1/_3$ eingetreten[1]). Der Verluſt iſt zuweilen auch geringer, Macadam[2]) konnte nur einen ſolchen von $^1/_5$ conſtatiren. Unterſuchungen der Firma Julius Pintſch ergaben die folgenden Reſultate:

Oelſorte	100 kg geben cbm Gas	Leuchtkraft in Hfl. 35 l ſtündl. Conſum	Verbrauch an Gas pro Hfl. u. Stunde	Leuchtkraft des comprimirten Gaſes	Verbrauch an Gas pro Hfl. u. Stunde	Abnahme der Leuchtkraft Proc.
Paraffinöl . . .	58	9,3	3,75	6,7	5,2	25
„ . . .	50	10,7	3,25	7,3	4,8	28
Petroleumproduct	62	9,3	3,75	6,4	5,5	31
„	58	10,0	3,50	7,0	5,0	30
„	54,4	13,1	2,67	10,0	3,52	24
Paraffinöl . . .	52	11,5	3,05	6,4	5,5	44

Aus dem letzten Beiſpiel geht hervor, daß zuweilen der Verluſt an Leuchtkraft durch Compreſſion ſehr bedeutend ſein kann, er überſteigt ſogar die Hälfte in allerdings ſeltenen Fällen. Auffallend iſt es, daß Oele derſelben Herkunft, wie die unter 1., 2. und 6. aufgezählten, ſo verſchiedenes Verhalten zeigen. Man kann daraus wohl mit Sicherheit ſchließen, daß die Zuſammenſetzung des Gasöls wenig ausmacht und der Vergaſungsvorgang alles bedingt. Er muß, wie ſchon erwähnt, ſo geleitet werden, daß der Gehalt an dampfförmigen Kohlenwaſſerſtoffen im entſtandenen Gaſe möglichſt gering iſt. Als ein weiterer Beweis dieſer Anſchauung mag gelten, daß das durch den Peebles-Proceß hergeſtellte Gas, wo die verlangten Bedingungen am vollkommenſten erfüllt werden, durch Compreſſion faſt gar nicht an Leuchtkraft einbüßt und keine[3]) oder nur Spuren von flüſſigen Kohlenwaſſerſtoffen abſcheidet[4]).

Das ſpecifiſche Gewicht des Oelgaſes ſchwankt zwiſchen 0,600 bis 0,900. Das ſpecifiſche Gewicht des durch Compreſſion veränderten Gaſes iſt niedriger, es beträgt etwa 0,150 weniger als das des urſprünglichen. So

[1]) Dieſe Zahlen ſind Durchſchnittsergebniſſe aus den Jahren 1891 bis 1893 einer großen Oelgasanſtalt. Privatmittheilung der Firma Jul. Pintſch, Berlin. — [2]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 400. Vergl. Humphrys, The Chemistry of Illuminating Gas, p. 176. — [3]) Journ. of Gas Lighting 1894, I, p. 207, 402. — [4]) Lewes, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 16.

wurden die specifischen Gewichte verschiedener Oelgase, mit der **Gaswage von Lux** festgestellt, zu 0,870 bis 0,880 gefunden und die des **comprimirten Gases** zu 0,740 bis 0,760. Andere auf 8 Atm. comprimirte Gase zeigten specifische Gewichte von 0,527, 0,556 und 0,533 [1]).

Das Oelgas ist explosionsfähig, wenn ein Theil mit 6 bis 18 Theilen Luft gemischt ist, und die Explosion ist am stärksten bei 14 Theilen Luft zu einem Theil Gas [2]).

Als Heizgas eignet sich das Oelgas in hohem Maße. Sein **Heizwerth** ist größer als der des Steinkohlengases, während dieses einen solchen von 4000 bis 5000 Cal. durchschnittlich besitzt, beträgt der Heizwerth des Oelgases etwa 10 000 bis 12 000 Cal. [3]). Zu bemerken hierbei ist, daß das Oelgas eine größere Menge Luft zur vollkommenen Verbrennung bedarf als das Steinkohlengas und muß hierauf bei der Construction der Heizapparate Rücksicht genommen werden.

IV. Die Reinigung des Oelgases.

Die früher herrschende Ansicht, daß das Oelgas keiner besonderen Reinigung bedürfe, muß wohl darauf zurückgeführt werden, daß die im beschränkten Umfange betriebene Oelgasfabrikation Rohmaterialien mit keinem oder nur geringem Schwefelgehalt benutzte, und daß an die Reinheit des Gases nur geringe Anforderungen gestellt wurden. Jetzt muß das unter den geschilderten Verhältnissen erzeugte rohe Oelgas jeder Herstellungsart, und mag das dazu benutzte Mineralöl auch nur wenig Schwefel enthalten, gereinigt, vom Schwefelwasserstoff befreit werden, nachdem es vorher in dem Condensator und dem Wäscher abgekühlt und von den flüssigen condensirbaren Producten getrennt worden ist. — Als Reinigungsmasse werden die in der Steinkohlengasfabrikation gebräuchlichen genommen, und verweisen wir über die Einzelheiten des Vorganges der Reinigung auf Schilling's Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, Cap. 3. — Was wir hier über die Reinigung erwähnen, gilt indessen nur für die vom Schwefelgehalt der Mineralöle herrührenden Producte. Vollkommen überflüssig bleibt die beim Steinkohlengas unbedingt erforderliche Apperatur zur Entfernung des Ammoniakgehalts, da die Rohmaterialien, die zur Herstellung von Oelgas dienen, nur geringe Mengen von Stickstoff besitzen.

V. Die Anwendung des Oelgases.

Das Oelgas wird in derselben Weise wie das Steinkohlengas zur Beleuchtung benutzt, und es übertrifft dieses an Leuchtkraft etwa um das vierfache. Man verwendet daher Brenner, die eine geringere Menge Gas austreten lassen,

---

[1]) Privatmittheilung der Firma Julius Pintsch, Berlin. — [2]) Küchler, Handbuch der Mineralölgasbereitung, S. 14. Vergl. Leybold, Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1890, S. 280. — [3]) Vergl. Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1892, S. 83.

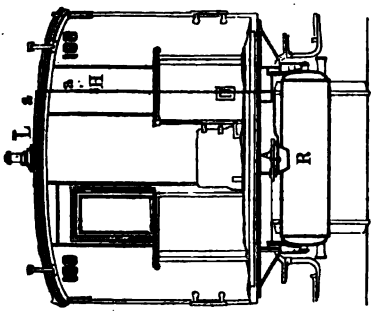


Fig. 141 b.

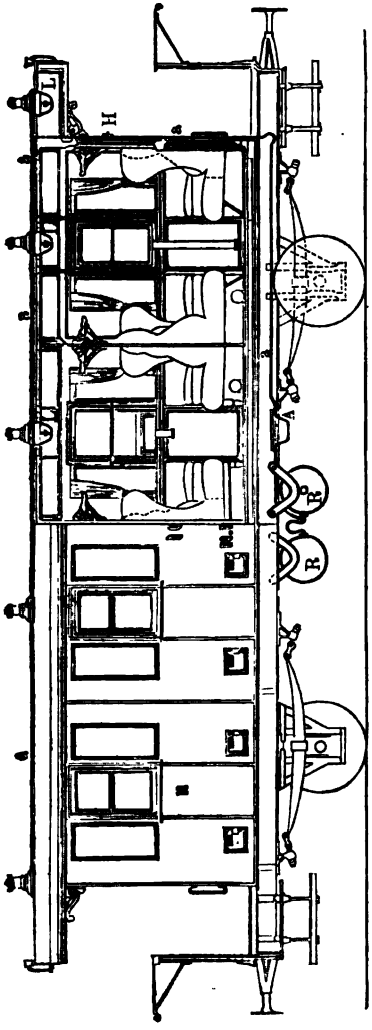


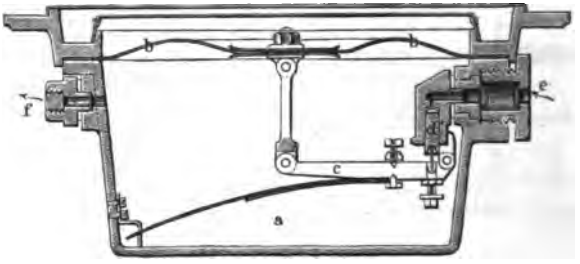
Fig. 141 a.

als die für das Steinkohlengas üblichen. Alle Lampen, die für das Steinkohlengas zur besseren Lichtentfaltung construirt worden sind, und es giebt deren sehr viele, können auch für die Beleuchtung mit Oelgas leicht eingerichtet werden [1]). — Im Auerbrenner gebrannt, giebt das Oelgas bei einem stündlichen Verbrauch von 35 Liter eine Lichtstärke von 30 bis 35 Hfl. Bemerkt werden muß hierbei, daß große Sorgfalt auf die Einrichtung dieser Beleuchtungsapparate gelegt werden muß, um das angegebene Resultat zu erzielen. Im anderen Falle erhält man ungünstigere Ergebnisse oder der Glühkörper verrußt und wird bald schadhaft. Das Verrußen der Glühkörper tritt im Besonderen leicht ein bei Oelgas von hoher Leuchtkraft, und ist daher zum Verbrennen im Auerbrenner ein Oelgas von mittlerer Leuchtkraft vorzuziehen. Es müssen auch besonders construirte Auerbrenner benutzt werden, und ist die Herabminderung der fünf Gasausströmungsöffnungen des Steinkohlengasbrenners auf drei im Allgemeinen hinreichend. — Seine wichtigste Verwendung als Lichtquelle hat das Oelgas zur Beleuchtung der Fahrzeuge, wie Eisenbahnwaggons, Schiffe, Bojen u. s. w., gefunden [2]), wobei das Steinkohlengas seiner geringen Leuchtkraft wegen nicht mit

[1]) Lieferanten dafür sind: Die Maschinenfabriken von Julius Pintsch in Berlin, Heinrich Hirzel in Leipzig, Schumann & Küchler in Erfurt und P. Suckow & Comp. in Breslau. —
[2]) Ueber Fettgasbeleuchtung; Vortrag von Jul. Pintsch jun. in der Versammlung des Vereins deutscher Maschinen-Ingenieure, den 9. Septbr. 1881.

ihm in Wettkampf treten kann. Zu diesem Zwecke wird das Gas unter einen Druck von 10 Atm. gebracht, um in einem Behälter von möglichst geringem Gewichte viel Leuchtgas mitführen zu können. Die Beleuchtung der Eisenbahnwagen mit Oelgas in Deutschland ist zuerst durch Jul. Pintsch eingerichtet

Fig. 142.



worden nach dem System, daß jeder Waggon das zu seiner Beleuchtung nöthige Gas selbst mit sich führt, im Gegensatz zu dem in anderen Ländern, wie Belgien, gebräuchlichen System, daß die sämmtlichen Wagen eines Personenzuges von einer Centralstelle aus, z. B. dem Packwagen, mit Gas gespeist werden. Die Vortheile des Systems von Pintsch brauchen wohl nicht besonders betont zu werden. Das in der Gasanstalt auf einen Druck von 10 Atm. gepreßte Gas wird in Behälter *R* aus 5 mm starkem Eisenblech, Recipienten, übergeführt, die unter dem Wagen parallel oder rechtwinkelig zur Längsaxe in geeigneter Weise befestigt sind (Fig. 141 a u. b). Je nach der Anzahl der Flammen, die der Wagen besitzt, ist auch die Größe der Recipienten verschieden, zuweilen sind zwei für einen Wagen erforderlich, jedenfalls muß das Gas für 33 bis 40 Brennstunden genügen, was etwa 1 cbm Gas von gewöhnlichem Druck pro Flamme ausmacht. Im Recipienten befindet sich das Gas unter einem Druck von 6 Atm. — Eine große Schwierigkeit bestand in der Construction eines Apparates, durch dessen Vermittelung das Gas von dem Recipienten nach den Flammen unter einem geringen Druck geleitet wurde. Den von Pintsch zu diesem Zwecke construirten Regulator veranschaulicht die

Fig. 143.

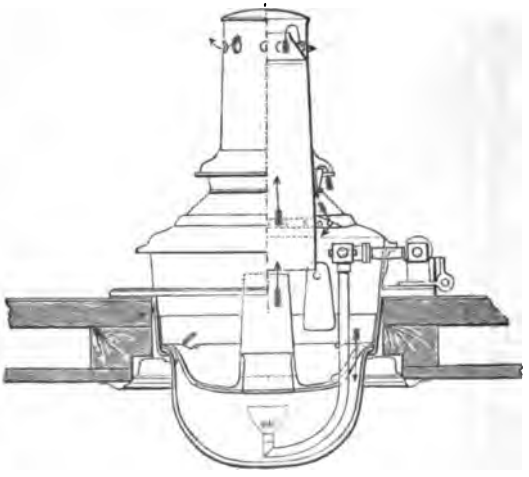


Fig. 142. Er besteht aus dem gußeisernen Gehäuse *a*, dessen obere kreisrunde Seite mit einer gasdichten Membran *b* lose bespannt ist und in deren Mitte sich eine Zugstange mit Gelenk befindet, die mit dem an einem Ventilsitze gelagerten Hebel *c* verbunden ist. Auf diesen Ventilsitz stützt sich durch eine Verkuppelung das Abschlußventil *d*. Die Zuströmung des Gases erfolgt von *e* und die Ableitung nach der Flamme von *f* aus. Durch diese Einrichtung wird nur so viel Gas den Brennern zugeführt, als für die gewünschte Flammenhöhe nöthig ist. Aus dem Regulator *A* (Fig. 141 a u. b) wird das Gas durch die 7 mm weite Rohrleitung *a* nach den Lampen *L* geleitet; in die Rohrleitung ist an geeigneter Stelle ein Haupthahn *H* eingeschaltet, um sämmtliche Flammen gemeinsam abschließen zu können. Die nach dem System von Pintsch zur Beleuchtung der Eisenbahnwagen zuerst übliche und jetzt noch viel benutzte Laterne wird durch Fig. 143 erklärt. Die Pfeile deuten den Weg der der Flamme zugeführten Luft und den der abziehenden Verbrennungsgase an. Bei der Construction dieser Laterne mußte außer auf andere Umstände, noch darauf Rücksicht genommen werden, daß sie mit dem Inneren der Wagenabtheilung in keiner Verbindung stand. In neuerer Zeit sind von der Firma Julius Pintsch in den Personenwagen erster und zweiter Classe diese Laternen durch Intensivgaslaternen mit Doppelglocke und Lichtschützer ersetzt worden. Eine solche Laterne zeigt die

Fig. 144.

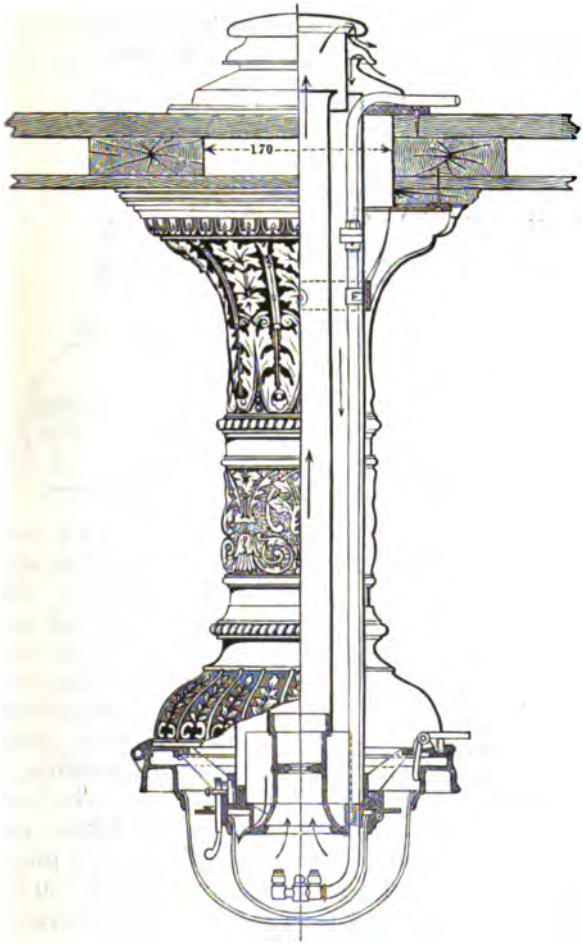


Fig. 144 (a. v. S.)[1]). — Das comprimirte Oelgas kann in gleicher Weise zur Beleuchtung von Dampfschiffen benutzt werden. Das Gas wird in entsprechend großen Recipienten mitgeführt, daß es bis zur Rückkehr des Schiffes ausreicht. — Der Versorgnng von Leuchtbojen mit Oelgas ist schon Erwähnung gethan. Die Fig. 145, 146 u. 147 zeigen solche Bojen; die durch Fig. 146 dargestellte ist die vollendetste Form, sie ist für jedes Fahrwasser und jede Strömung geeignet. Die Boje besteht aus Schmiedeeisen, ist gasdicht geschweißt und hat je nach der erforderlichen Brennzeit einen Inhalt von 5, 7,5 und 10 cbm. Die Größen sind hinreichend, um eine

Fig. 145.

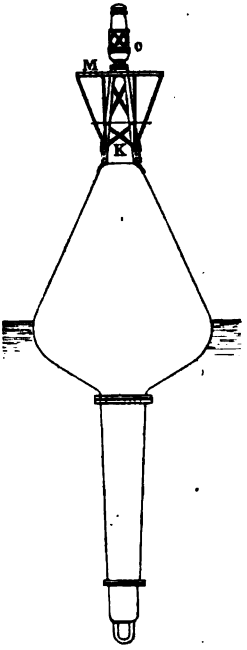


Fig. 146.

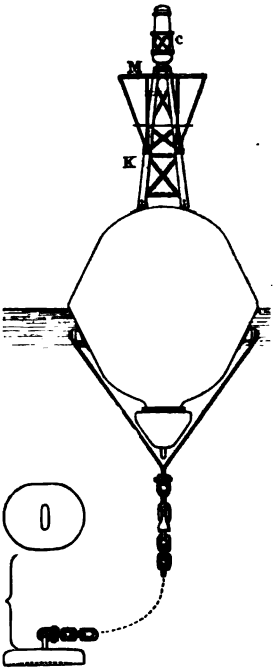
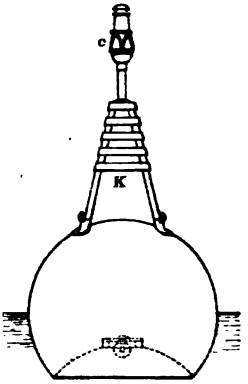


Fig. 147.

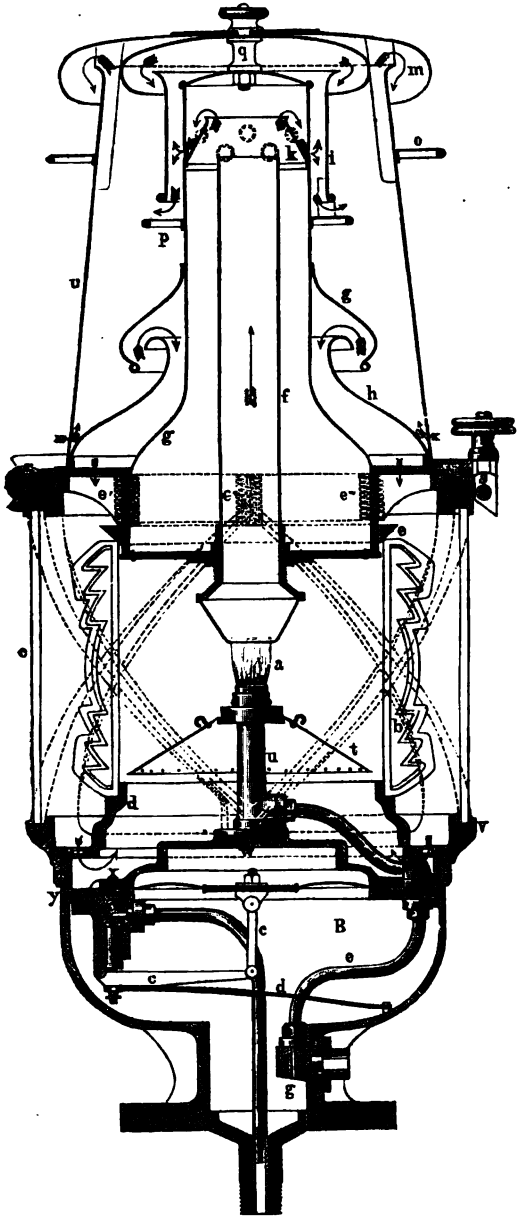


Flamme drei bis vier Monate lang Tag und Nacht mit Gas, das unter einem Druck von 6 Atm. steht, zu versorgen. Die Boje wird durch ein Ventil mit Gas aus dem Kessel eines Gastransportschiffes, worin das gepreßte Gas 10 Atm. Druck besitzt, gefüllt. Auf dem oberen Theile der Boje befindet sich ein schmiedeeiserner Aufsatz, der auf seinem oberen Ende die Laterne *c* trägt. An dem Gestelle *K* ist in geeigneter Höhe eine Plattform mit Geländer *M M* angebracht, um eine bequeme Bedienung der Boje zu ermöglichen. Die Laterne *c* wird durch die Fig. 148 näher erläutert. Bei ihrer Construction mußte Fürsorge getroffen werden, daß die Flamme stets brennen bliebe, und selbst

[1]) Ueber die Oelgaslaternen der Eisenbahnwagen in England vergl. Outon, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 357. — Welche Bedeutung die Beleuchtung der Eisenbahnwagen mit Oelgas gewonnen hat, ist daraus ersichtlich, daß die preußische Staatsbahn allein jährlich zu diesem Zwecke über 3 Millionen Cubikmeter Gas verbraucht, wozu 50000 bis 60000 hkg Gasöl nöthig sind.

durch den stärksten Sturm und den höchsten Wellengang nicht zum Verlöschen käme. Die Laterne trägt den schon erklärten Regulator in ihrem unteren Theile, der durch den Rahmen *x* und den Deckel *w* nach oben abgeschlossen ist.

Fig. 148.



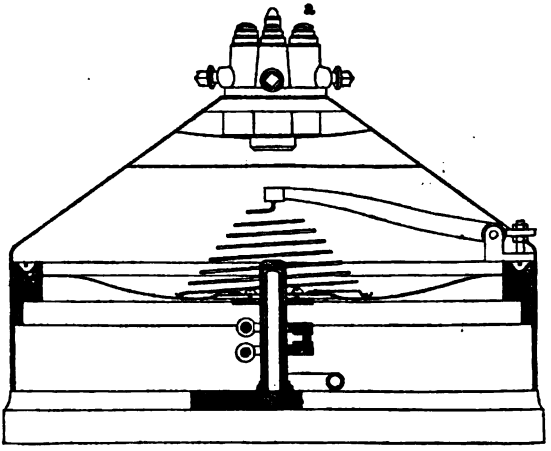
Auf *w* sitzt das Brennerrohr *u*, dem aus dem Regulator durch den Hahn *g* und das Rohr *e* das Gas zugeführt wird, das bei *a* verbrennt. Die Laterne ruht auf dem halbkugelförmigen Gehäuse *y*, das den Regulator umgiebt und ein Drahtgitter trägt, dessen Oeffnungen durch starke gebogene Glasscheiben *c* [1]) vollständig dicht verschlossen werden; die punktirten Kreuze stellen die Stäbe des Gitters vor. Die Flamme *a* ist mit einer bei *d* durch Liderung und bei dem Ringe *e* durch die Spiralfedern *e'*, *e''* und *e'''* gedichteten Fresnel'schen Linse *bb* umgeben, die bekanntlich die Tragweite des Lichtes bedeutend vergrößert. Den gleichen Zweck soll ein unter der Flamme sich befindender kegelförmiger Reflector von polirtem Neusilberblech erfüllen. Der Weg der eintretenden Luft und der abziehenden Verbrennungsgase ist durch Pfeile bezeichnet. Die Luft strömt in die unteren Löcher der

[1]) *c* und die nun folgenden Buchstaben *d* und *e* gelten für den mittleren Theil der Fig. 148.

Klappe *u* ein, geht dann zwiſchen den Kappen *g* und *h* hindurch, um die Linſe herum, und gelangt endlich von unten zu der Flamme. Die Verbrennungsgaſe ziehen durch den Schornſtein *f* und den oberen Theil der Laterne, um bei *m* durch die oberen Oeffnungen der äußeren Kappe ins Freie zu treten. *o* und *p* ſind tellerartige Scheiben zum Schutze der darüber liegenden Oeffnungen gegen Wind- und Waſſerſtöße. Zum Zuſammenhalten der einzelnen Kappentheile dient die Schraube *q*, die Kappe iſt mit einem Scharnier *r* und einer Verſchlußſchraube *s* verſehen, um das Putzen der Laterne leicht vornehmen zu können. Zu den Bojenlaternen können vier verſchiedene Brenner benutzt werden: 1) ein einfacher Gasbrenner; 2) ein Gasbrenner, der aus drei einfachen, kreisförmig angeordneten Brennern beſteht; 3) ein aus fünf einfachen Brennern zuſammengeſetzter, und 4) ein Argandbrenner ohne Glascylinder.

Um ein farbiges, in der Regel rothes oder grünes, Licht hervorzubringen, werden entweder die erwähnten Glasſcheiben *c* der Laterne aus den betreffenden farbigen Gläſern hergeſtellt oder die Flamme wird mit einem kleinen farbigen Cylinder umgeben.

Fig. 149.



Eine weitere Aenderung an den Laternen iſt in den letzten Jahren durch Conſtruction des durch Fig. 149 dargeſtellten Blicklichtsapparates[1]) geſchaffen, der in der Laterne unter dem Brenner ſo angebracht iſt, daß durch ihn der Gaszufluß nach dem Brenner zeitweiſe geſchloſſen, höchſtens zwei Secunden lang, und dann wieder geöffnet iſt, etwa vier Secunden lang. Es wird auf dieſe Weiſe ein bisweilen gewünſchtes intermittirendes Licht erzeugt. — Als eine weitere Anwendung des Oelgaſes zu maritimen Zwecken ſei die für die Leuchtthürme (Baken) und Leuchtſchiffe hervorgehoben, wo es entweder im comprimirten oder im gewöhnlichen Zuſtande benutzt wird. Eine Leuchtbake mit gemauertem Sockel, der den Gasbehälter mit der Laterne trägt, wird durch Fig. 150 veranſchaulicht, während Fig. 151 eine ſolche darſtellt, die aus Eiſen conſtruirt iſt und an deren Fuße der Gasbehälter gelagert iſt; der Gasbehälter kann auch an einem entfernteren Orte aufgeſtellt ſein. Fig. 152 (S. 312) zeigt ein Leuchtſchiff, deſſen Schiffsraum ein oder mehrere Gasbehälter auf-

[1]) Die Bauart iſt der des S. 306 beſchriebenen Regulators ähnlich.

nimmt, von denen die Laterne, die sich auf einem eisernen Thurme befindet, gespeist wird [1]). — Fig. 153 (S. 313) zeigt den Grundriß einer Gasanstalt nebst einer Anlage, in der das Gas comprimirt und nach dem Recipienten gefüllt wird. *R* ist der Retortenofen, *V* die Vorlage, aus der der Oelgastheer nach der Grube *H* fließt. *A A* sind die Condensatoren, *B'* und *B''* die Reiniger und *B* ist der Wäscher, *C* die Gasuhr und *D* der Gasbehälter. Die Compressionspumpen *F* saugen das Gas aus *D* durch die Rohrleitung *L* und durch das Gefäß *G*, wo sich etwa mitgerissene Wasserdämpfe niederschlagen, und drücken es in den Hauptsammel-

Fig. 150.

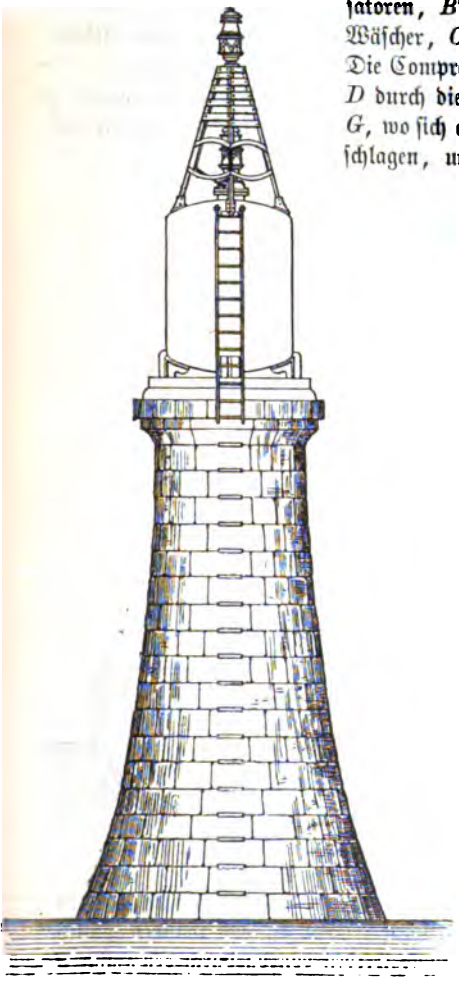
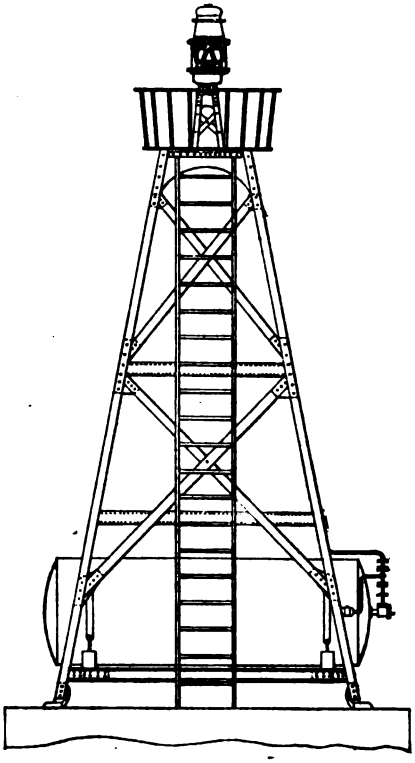


Fig. 151.

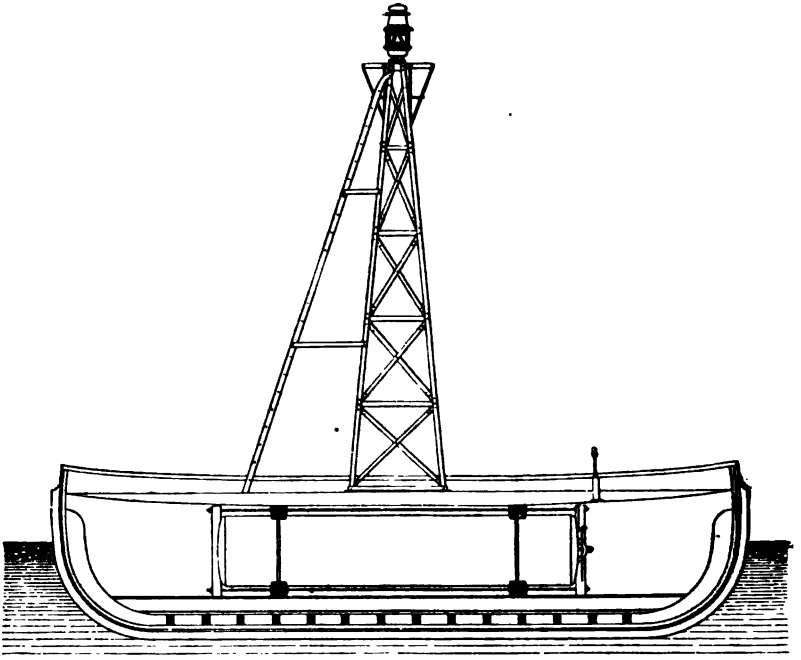


Recipienten *E* bis zu einem Druck von 10 Atmosphären. Die Compressionspumpe ist so eingerichtet, daß auf einem gemeinschaftlichen Untergestell der

[1]) Für die Beleuchtung des Seewegs im Suezcanal dienen 63 Bojen, 42 Leuchtbaken und 2 Leuchtschiffe. Außerdem sind von der Firma Julius Pintsch in Europa, Amerika und Australien noch einige Hunderte Leuchtbojen und eine größere Anzahl von Leuchtbaken und Leuchtschiffe zur Beleuchtung des Seewegs mit Oelgas aufgestellt worden und gewinnt diese Einrichtung von Jahr zu Jahr an Bedeutung.

Dampfcylinder und je nach der erforderlichen Leistungsfähigkeit ein oder zwei Compressionscylinder gelagert sind. Beide Compressionscylinder sind doppelt wirkend und durch Ventile, deren Anordnung den schädlichen Raum auf ein Minimum zu beschränken gestattet, so mit einander verbunden, daß das Gas von dem großen Cylinder aus dem Gasbehälter entnommen und mäßig comprimirt dem kleinen Cylinder zugeführt wird. In diesem wird es auf 10 Atm. zusammengedrückt und so nach dem Sammelrecipienten geleitet. Das Erwärmen des Compressionscylinders wird durch zweckmäßig angeordnete Wasserkühlung verhindert. Die Sammelrecipienten sind aus guten Eisenblechen genietete Kessel, von denen je nach der Größe der Anlage einer oder mehrere von etwa 6,5 cbm Inhalt auf-

Fig. 152.



gestellt sind. Die bei der Compression sich abscheidenden flüssigen Kohlenwasserstoffe sammeln sich in dem cylindrischen Gefäße *M*, das zwischen Pumpe und Sammelrecipienten eingeschaltet ist, und werden von da durch den Hahn *J*, der außerhalb des Gebäudes sich befindet, abgelassen. *K* ist der zum Betriebe der Compressionspumpen erforderliche Dampfkessel. Aus dem Sammelrecipienten wird das Gas nach den Recipienten der Eisenbahnwagen u. s. w. geleitet.

Ueber den Heizwerth des Oelgases ist schon S. 304 berichtet worden. Als Motorengas hat es wiederholt Anwendung gefunden. Auch hierbei müssen Apparate benutzt werden, die eigens für die Verwendung von Oelgas construirt

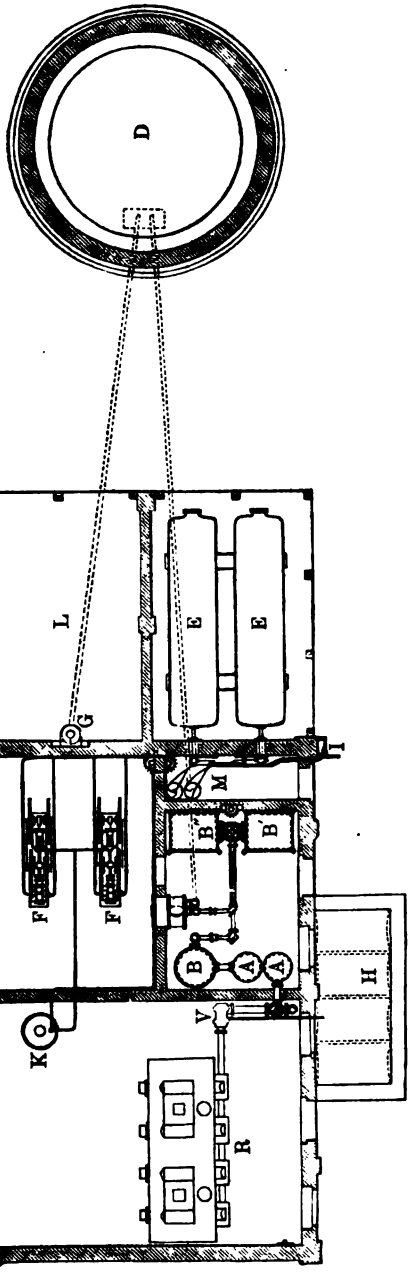


Fig. 153.

sind. Obgleich es überflüssig erscheinen sollte, auf diesen Punkt aufmerksam zu machen, so ist er doch erwiesener Maßen außer Acht gelassen worden. Selbst bei Motoren geringer Leistungsfähigkeit ist der Gasverbrauch pro H.-P. und Stunde auf ungefähr 400 bis 500 Liter anzunehmen. Bei größeren Motoren ist ein Consum von 300 Litern zu Grunde zu legen [1]).

Ferner ist die Verwendung des Oelgases zum Aufbessern des Steinkohlengases hervorzuheben. Dahin gehende Versuche sind schon in den 70er und 80er Jahren angestellt worden [2]), die das voraus zu sehende Resultat lieferten, daß das Steinkohlengas bedeutend an Leuchtkraft zunahm. Zuerst versuchte man diesen Zweck zu erreichen durch Mischen der Kohle mit Gasöl und darauf folgender gemeinsamer Vergasung. Diese Methode war in England als der Mackenzie'sche Proceß bekannt und ist dort wiederholt angewandt worden.

---

[1]) Vergl. Preisverzeichniß der Gasmotorenfabrik Deutz in Köln-Deutz, nach deren Angabe eine sehr große Anzahl von Oelgasmotoren im Betriebe sind. — [2]) So von Liebau und Rouvel, Deutsche Industrie-Zeitung 1873, S. 44.

So machte Foulis[1]) im Jahre 1873 eine Anzahl Versuche damit, deren Resultate aber nicht günstig waren. Es tritt hier dieselbe Erscheinung auf, die wir bei der Vergasung von einem zusammengesetzten Oele beobachtet haben, dessen Componenten im Siedepunkte und specifischen Gewichte wesentlich verschieden sind. Die Vergasungstemperaturen beider Bestandtheile liegen zu weit aus einander. Ist die Temperatur der Retorte so, daß das Oel vergast, so tritt keine Vergasung der Kohle ein und im anderen Falle wird die Kohle vergast und aus dem Oel bildet sich minderwerthiges Gas und viel Koks. Das frühere D. R.-P. Nr. 8455 von A. Riebeck in Halle a. S. aus dem Jahre 1879 schreibt gleichfalls das Tränken der Steinkohle mit Gasöl vor zur Aufbesserung des Leuchtgases. — Soll das Steinkohlengas mit Oelgas gemischt werden, so muß vor allem das Oelgas getrennt von dem Steinkohlengas mit besonderen Apparaten fabricirt und gekühlt werden und darf dem Steinkohlengas erst entweder vor dem Reiniger oder vor dem Eintritt in den Gasometer oder im Gasometer selbst zugeführt werden. Die beiden Gase vorher zu mischen, ehe sie die Condensation passiren, oder gar dieselben Apparate zu ihrer Erzeugung zu verwenden, wie es früher zuweilen geschah, ist principiell zu verwerfen[2]). Abgesehen davon, daß man bei einer getrennten Fabrikation der beiden Gase die Herstellung und die Mischung der Gase regelmäßiger ausführen und besser überwachen kann, leidet vor allem die Qualität des Steinkohlentheeres nicht, denn dieser wird als solcher minderwerthig, wenn er Oelgastheer enthält, da mit dem Oelgastheer eine größere Menge von Kohlenwasserstoffen in den Theer gelangt, die die spätere Verarbeitung der Destillate des Steinkohlentheeres in hohem Maße erschwert. Aus dem gleichen Grunde sind auch die aus der Steinkohle unter Zuschlag von böhmischer Plattenkohle resultirenden Theere minderwerthig. — In England hat man sich in den Kreisen der Steinkohlengasfabrikanten schon seit mehreren Jahren mit der Anreicherung des Kohlengases beschäftigt. Man ist dort von den Consumenten gezwungen, Gas von höherer Leuchtkraft zu liefern als die des gewöhnlichen Kohlengases, und da die früher übliche, die Leuchtkraft aufbessernde Cannelkohle immer seltener wird, so hat man sich nach anderen Carburationsmitteln umsehen müssen, und scheint von diesen das Oelgas am meisten Eingang gefunden zu haben. A. F. Browne[3]) hat eingehende Untersuchungen über die Aufbesserung des Steinkohlengases durch Oelgas auf den Werken der South-Metropolitan-Gas-Company in Rotherhithe angestellt und benutzt zur Berechnung der hierbei in Frage kommenden Factoren, um die Leuchtkraft eines Gases um eine Normalkerzenstärke zu erhöhen, die zwei folgenden Formeln:

$$\text{I.}\quad A = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100, \qquad \text{II.}\quad B = \frac{c - a}{b - c} \cdot 1000.$$

---

[1]) Ueber den Ersatz von Cannelkohle durch Oel; Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorgung 1892, S. 41. Vergl. Pryce, Journ. f. Gasbel. u. Wasserverf. 1893, S. 498. — [2]) Vergl. Hunt, Aus den Verhandlungen der Incorporated Institution of Gas-Engineers; Journ. f. Gasbel. u. Wasserverf. 1893, S. 170. — [3]) Journ. f. Gasbel. u. Wasserverf. 1893, S. 476.

Die erste Formel giebt die Volumenprocente an, die das angereicherte Gas von dem Oelgas enthält, und die zweite die Anzahl Cubikmeter Oelgas, die 1000 cbm Steinkohlengas zugefügt worden sind, um es auf die gewünschte Leuchtkraft zu bringen. Hierbei ist a die Leuchtkraft des ursprünglichen Gases, b die des Oelgases und c die, die das gemischte Gas haben soll. Man sieht aus den Formeln, daß man mehr Oelgas bedarf, um die Leuchtkraft eines besseren Gases zu erhöhen als die eines minderwerthigen um dieselbe Leuchtkraft, was die Praxis auch bestätigt hat. Um die Leuchtkraft eines Gases, das bei einem stündlichen Verbrauche von 150 Liter eine Lichtstärke von 32 N.-K. zeigt, um eine Lichtstärke von 1 N.-K. zu steigern, sind von einem Oelgas, das unter den genannten Bedingungen eine Leuchtkraft von 40 N.-K. besitzt, 12,5 Proc. erforderlich, während für ein Gas von 16 N.-K. zur Erhöhung um 1 N.-K. nur 4,17 Proc. Oelgas nöthig sind. Handelt es sich um die Erhöhung der Leuchtkraft eines Gases um mehrere Kerzenstärken, so sind die Quotienten $\frac{c-a}{b-a}$ und $\frac{c-a}{b-c}$ in den beiden Formeln mit dieser Anzahl Kerzenstärken zu multipliciren, um die zwei Resultate A und B direct zu erhalten.

An dieser Stelle mag die Benutzung des Oelgases zur Carburation des Wassergases nochmals angeführt werden, die in England und Amerika Anwendung gefunden hat [1]). Hierbei wird das Wassergas dem Oelgas während seines Bildungsprocesses zugesetzt.

Als eine besondere Verbrauchsart des Oelgases muß der Tatham-Proceß [2]) angesehen werden, der auf einem Zusatz von Sauerstoff zum Oelgas beruht. Das Oelgas wird während seiner Fabrikation mit ihm in der Vorlage, wenn es also noch warm ist, gemischt und soll der Sauerstoff als Träger der dampfförmigen, sich sonst bei weiterer Abkühlung des Gases condensirenden Kohlenwasserstoffe dienen und dessen Verbrennlichkeit wesentlich erhöhen. Nach Thorne steigern 15 Proc. Sauerstoff die Leuchtkraft des Oelgases um $^1/_5$. Von besonderer Bedeutung wird der Sauerstoffzusatz für Oelgas von hoher Leuchtkraft sein, das für sich verbrannt, eine rußende Flamme zeigt, während mit Sauerstoff vermischt, die Flamme ein helles weißes Licht geben wird. Der Sauerstoffzusatz soll in der Regel 15 bis 20 Proc. betragen. Durch Compression verliert das Oxy-Oelgas nur etwa 10 Proc. an Leuchtkraft und soll keine flüssigen Kohlenwasserstoffe abscheiden. — Bis jetzt hat sich dieses Verfahren auch nicht in England viele Freunde erwerben können, und muß die Zukunft lehren, ob ihm die Bedeutung gebührt, die ihm von seinen Erfindern außer für das Oelgas noch für das Steinkohlengas und Wassergas beigemessen wird.

Eine weitere Verwendung des Oelgases ist schließlich die zur Herstellung von Ruß. Man kann aus dem Gasöl der sächsisch-thüringischen Industrie

---

[1]) Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1893, S. 433 u. f. Humphrys, The Chemistry of Illuminating Gas; Cap. V. — [2]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 623. Vergl. Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1892, S. 8. Herring, Journ. of Gas Lighting 1894, I, p. 1054.

durch Vergasung bei der Fabrikation auf Ruß 4 bis 6 Proc. Lampenruß feinster Qualität gewinnen, wie Thalwitzer festgestellt hat [1]). Die Fabrikation des Rußes aus Oelgas ist nicht ohne Bedeutung, denn es werden jährlich 15 000 hkg Gasöl zu diesem Zwecke in Deutschland verbraucht.

VI. Die Photometrie.

Die photometrische Messung des Oelgases wird in gleicher Weise ausgeführt, wie die des Steinkohlengases und verweisen wir für eingehendes Studium auf das schon wiederholt erwähnte Werk von Dr. N. Schilling, Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung; Cap. 5. Man nimmt als Norm eine Flamme an, die durch einen stündlichen Verbrauch von 35 Litern, selten eine solche, die durch einen Consum von 150, 70, 25 und 20 Litern erzeugt wird und bestimmt deren Leuchtkraft im Verhältniß zu der Normalkerze (N.-K.) oder wie es in neuester Zeit meist üblich ist, verglichen mit der Amylacetatlampe von v. Hefner-Alteneck als Lichteinheit (Hfl.).

Für annähernde Vergleichsmessungen der Leuchtkraft eines Oelgases ist auch der Erdmann'sche Gasprüfer [2]) geeignet, der darauf beruht, daß die Luftmenge gemessen wird, die eine Gasflamme zur vollständigen Entleuchtung braucht. Er ist von Suckow zur Oelgasprüfung empfohlen worden, doch sind die damit gewonnenen Ergebnisse aus den in Schilling's Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung, S. 225 u. 226, schon angeführten Gründen nicht der Art, den Apparat für genauere Bestimmungen anwenden zu können. Die in neuerer Zeit angestrebte Verwendung des Junker'schen Calorimeters [3]) für die Bestimmung des Lichtwerthes wird voraussichtlich auch in den Kreisen der Oelgasinteressenten Beachtung finden.

VII. Der Oelgastheer.

Der Oelgastheer hat ein specifisches Gewicht von 0,950 bis 1,00 und ist im Geruch und Aussehen dem Steinkohlentheer ähnlich. Er unterscheidet sich wesentlich von diesem durch seinen hohen Gehalt an Kohlenwasserstoffen der Fettreihe und kann daher, wie schon angeführt, nie mit diesem gemeinsam verarbeitet werden. Seine Siedeanalyse ist folgende:

Anfang: 70 bis 110° C.,	bis 150° sieden . . .	5 bis 10	Proc.
150 „ 200°	„ . . .	5 „ 10	„
200 „ 250°	„ . . .	20	„
250 „ 300°	„ . . .	20	„
über 300°	„ . . .	30	„
Rückstand und Verlust . . .		10	„

[1]) Köhler, Die Fabrikation des Rußes und der Schwärze, S. 67. — [2]) Schilling, Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung, S. 224. — [3]) Journ. f. Gasbel. u. Wasserversf. 1893, S. 81.

Eine gründliche Untersuchung des Oelgastheeres ist bisher noch nicht vorgenommen worden und würde deren Ausführung mit nicht unwesentlichen Schwierigkeiten verknüpft sein, da die Zusammensetzung des Oelgastheeres außerordentlich schwankt, je nach dem Gange des Vergasungsprocesses, vor allem der Temperatur der Retorte. — Mehrere Untersuchungen [1]), auch die unserige, haben ergeben, daß der bei der üblichen Vergasung gewonnene Theer geringe Mengen von Benzol, dagegen mehr Toluol und deren Homologe enthält, daneben ist er reich an Olefinen und Acetylenen und zuweilen treten auch noch niedrig siedende gesättigte Kohlenwasserstoffe der Fettreihe, wenn auch nur in geringem Maße auf. Die Menge der aromatischen Körper der Benzolreihe ist höher festgestellt worden, von Liebermann und Burg [2]) zu 4 Proc., von Rudnew [3]) zu 10 bis 12 Proc. Der Gehalt an Naphtalin ist schwankend, 3 bis 4 Proc. scheint die unterste Grenze zu sein. Es scheidet sich aus der Fraction 250 bis 300° schon bei gewöhnlicher Temperatur noch stärker in der Kälte ab. Aus dieser Fraction gewinnt man die Hauptmenge, einen kleineren Antheil aus der früher siedenden. — Auch Anthracen ist im Oelgastheer enthalten und wurde aus der über 300° siedenden Fraction isolirt. Das bei der Oxydation gebildete Antrachinon erscheint nur bisweilen in den eigenartigen feinen Krystallnadeln, dagegen sehr oft in der verfilzten Beschaffenheit wie das Antrachinon, das aus dem durch die Destillation des Steinkohlenpechs erhaltenen Anthracen dargestellt worden ist. Der Gehalt an Anthracen ist sehr verschieden, in manchen Theeren ist es gar nicht enthalten, in anderen nur in Spuren oder geringen Mengen, wie 0,06 bis 0,10 Proc. Das größte von uns gefundene Quantum betrug 0,65 Proc. bei einer Prüfung von etwa 30 verschiedenen Oelgastheeren. Liebermann und Burg wiesen einen Gehalt von 0,9 Proc. Anthracen im Theere nach, und Dworkowitsch einen solchen von 0,14 Proc. — Vermuthlich ist auch Methylanthracen unter den festen Destillationsproducten des Oeltheeres enthalten. Zu erwähnen ist noch, daß im rohen Oelgastheer eine reichliche Menge von suspendirtem Kohlenstoff vorhanden ist. — Der Oelgastheer wird nur in geringer Menge durch Destillation verarbeitet, und dabei so verfahren, daß auf ein vollkommen entwässertes, von leichten Oelen befreites Residuum, das dem Braunkohlentheergoudron analog verwandt wird oder auf Asphalt gezielt wird. In größerer Menge wird er in Oelgasanstalten zur Beheizung der Retorten verbraucht, zu diesem Zwecke setzt man ihn entweder dem Heizmaterial zu oder verbrennt ihn für sich in der Forsunka.

Im Allgemeinen betrachtet man den Oelgastheer als ein lästiges Nebenproduct der Oelgasfabrikation, nach dessen Vermeidung man schon lange gestrebt hat, wie S. 298 ausführlich erläutert worden ist. In neuester Zeit wird vor allem von Dworkowitsch die Ansicht vertreten, daß man durch die Gewinnung

[1]) Pryce, Journ. f. Gasbel. u. Wasserversf. 1893, S. 497. (Aus den Verhandlungen der Institution of Gas Engineers 1893.) J. Macadam, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 400. Lewes, ebend., p. 629. — [2]) Köhler, Der Steinkohlentheer; Ladenburg's Handwörterbuch der Chemie; Berl. Ber. 1878, S. 723. — [3]) Dingl. polyt. Journ. 239, 72.

von Oelgastheer die Oelgasfabrikation erst recht rentabel gestalten könne. Er vergast in der Weise, daß möglichst viele aromatische Kohlenwasserstoffe gebildet und später aus dem Theer isolirt werden können. Hierbei wird er von dem schon S. 220 angeführten Gedanken geleitet, daß man aus Mineralölen, indem man ihre Dämpfe durch glühende Röhren leitet, aromatische Kohlenwasserstoffe darstellen kann. Praktisch verwerthet ist diese Methode in Ragosin's Fabrik bei Nischni-Nowgorod, in der aus russischem Erdöl Benzol und seine Homologen fabricirt werden. Man gewinnt dort aus 100 kg Oel 40 kg 50 proc. Benzol [1]).

Dworkowitsch hat einen Vergasungsapparat [2]) nach diesen Gesichtspunkten construirt, mit dem er von russischem Petroleum aus 100 kg 46,7 cbm Gas von 60,3 N.-K. (bei 150 Liter stündlichem Verbrauch) und 37 Proc. Theer erhielt. Durch Destillation wurde dieser Theer zerlegt in:

32,4	Proc.	Benzol,
41,1	„	leichtes Oel,
0,14	„	Anthracen,
11,00	„	Pech,
11,00	„	Schmieröl.

In anderen Theeren hatte Dworkowitsch vorher 24,7 Proc. Rohbenzol und 10,3 Proc. Rohtoluol gefunden, woraus er 18 Proc. reines Benzol herstellte. Andere Vergasungsversuche von Dworkowitsch ergaben aus 100 kg Oel 43 bis 44 cbm Gas von 50 bis 60 N.-K. (bei 150 Liter stündlichem Verbrauch) bei einer Theerausbeute von 37 bis 38 Proc. Es ist wohl kaum anzunehmen, daß die Minderausbeute an Gas auf die Dauer durch den Werth des Benzols gedeckt wird, denn dessen Werth ist ohnehin von Jahr zu Jahr gesunken und würde natürlich noch mehr heruntergehen, wenn dem Markte diese neue Quelle zugeführt werden würde [3]).

VIII. Die Retortenöfen.

Die Formen der zur Erzeugung von Oelgas angewandten Retorten sind sehr verschieden und unterscheiden sich zunächst darin, ob sie senkrecht stehend

Fig. 154.

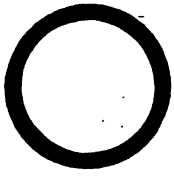
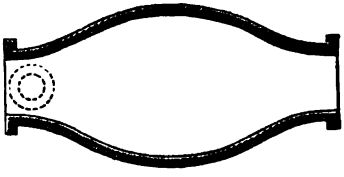


Fig. 155.



oder wagerecht liegend in den Ofen eingebaut werden. Die Eintheilung der Oelgasretorten ergiebt sich daher von selbst in liegende und stehende.

---

[1]) Journ. f. Gasbel. u. Wasserversorg. 1894, S. 10; Journ. of Soc. of Chem. Ind. 1893, p. 404 u. f. — [2]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 1083. — [3]) Vergl. Lewes, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 629.

Die älteste Form der liegenden Retorte ist, wenn wir von den ersten Versuchen, Oelgas zu fabriciren, absehen, da sich die dazu verwandten Apparate eng an die für Steinkohlengas anlehnen, die von Hirzel construirte mit rundem Querschnitt (Fig. 154), aus der sich später die Kugelretorte, die die Fig. 155 zeigt, entwickelte. Andere Retorten sind die von Barthel mit einem dreieckigen (Fig. 156), von Rolle mit einem elliptischen (Fig. 157) und von Küchler mit einem Δ förmigen Querschnitt (Fig. 158), als deren Verbesserung die Doppelretorte mit dem durch Fig. 159 gezeigten Querschnitt anzusehen ist. Die liegende Doppelretorte von Pintsch und die Retorte von Wagner werden Seite 325 und 327 erläutert werden. Außer diesen Formen der liegenden Oelgasretorten sind noch zahlreiche andere construirt worden, auf die wir nicht näher eingehen wollen, und die sich mehr oder weniger an die erwähnten Grundformen anschließen. Zuweilen sind die Retorten in ihrer Innenseite noch mit Rippen versehen [1]).

Fig. 156.

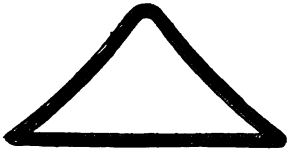


Fig. 157.

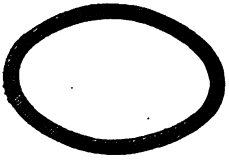


Fig. 158.

Fig. 159.

Fig. 160.

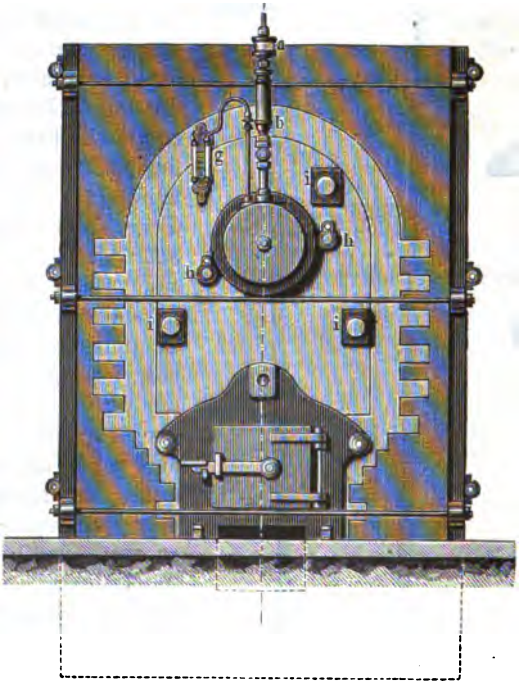
Die stehende Retorte, wie sie von Hübner construirt wurde, veranschaulicht die Fig. 160. Die stehenden Retorten von Suckow und Küchler werden S. 327 u. 328 beschrieben werden. Der Eigenthümlichkeit wegen mag noch angeführt sein, daß von R. Schwarz [2]) eine rotirende Retorte angewandt worden ist. Sie war in dem Retortenkopfe drehbar, der durch einen Stahlmuff abgedichtet war, und sie wurde durch eine

[1]) Vergl. Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingenieure 1886, S. 1088. — [2]) Wagn. Jahresber. 1882, S. 1108.

endloſe Kette in Umdrehung verſetzt. Das Oel ſollte ſo immer auf neue Vergaſungsflächen treffen; die gasdichte Verbindung der feſtliegenden und drehbaren Theile iſt wohl nur ſchwer herzuſtellen. — Die Oelgasretorten zum Theil mit zerkleinerten Steinen oder mit Eiſenſtücken anzufüllen, wie es früher zuweilen geſchah, iſt ganz zwecklos, was ſchon Hirzel [1]) und ſpäter Suckow nachgewieſen haben.

Die Oelgasretorten beſtehen in der Regel aus Gußeiſen, ſeltener aus Gußſtahl und faſt nie aus Chamotte. Das zuletzt genannte Material kann man nicht wählen, weil man mit derartigen Retorten bei der Gasbereitung weſentliche Verluſte erhält [2]). Sie ſind nicht gasdicht und verdichten ſich auch nicht durch den Gebrauch von ſelbſt, wie bei der Steinkohlengasfabrikation durch den ſich anſetzenden Graphit, da bei der Oelgasbereitung die Graphitbildung nur gering iſt. In England will man befriedigende Reſultate mit den Chamotteretorten erzielt haben, indem man das Verdampfungsrohr bis an das Ende der Retorte verlängert und ſo ſchon darin die Oeldämpfe zum Theil in Gas verwandelt hatte [3]).

Fig. 161.



Für größere Betriebe ſind die liegenden Retorten, wenn die Vergaſung nur kurze Zeit unterbrochen werden kann, vorzuziehen, denn ſie beſitzen vor den ſtehenden den Vortheil, daß ſie ſich leichter durch Ausbrennen und Auskoken reinigen laſſen, während dies ſich bei den ſtehenden erſt einige Zeit nach Beendigung der Vergaſung bequem ermöglichen läßt. Für kleinere Anlagen erſcheinen die ſtehenden Retorten empfehlenswerther, da ſie nur einen geringen Raum beanſpruchen.

Im Folgenden ſollen zunächſt die in Deutſchland gebräuchlichſten Oelgasretorten beſchrieben werden.

[1]) Privatmittheilung. — [2]) Privatmittheilung von H. Hirzel. Vergl. Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1893, S. 478. — [3]) Botley, Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1893, S. 499. (Aus den Verhandlungen der Institution of Gas Engineers 1892.

Fig. 163.

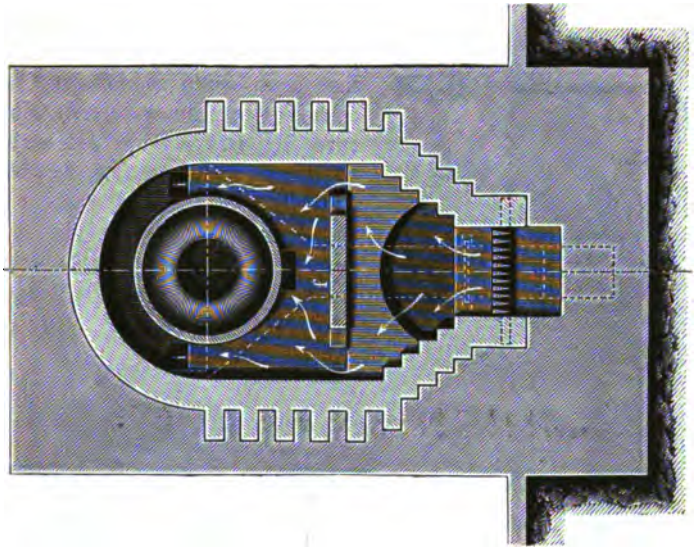
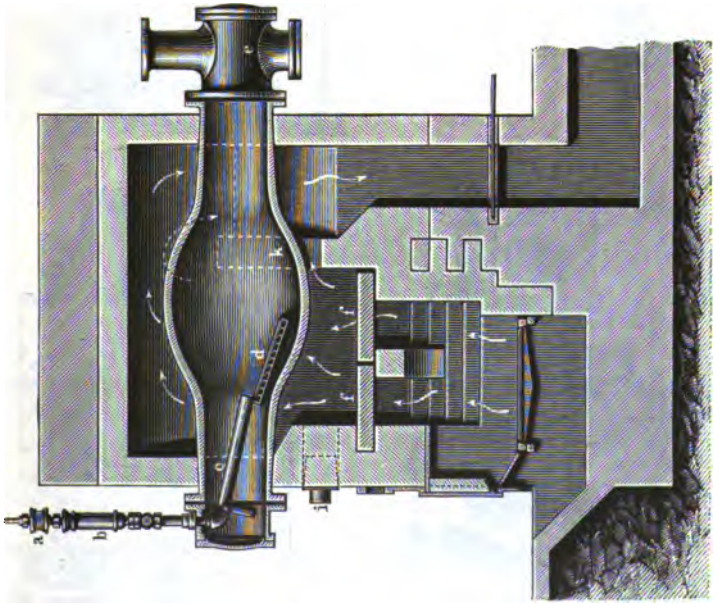


Fig. 162.



Einen Gasofen mit Kugelretorte, wie er von Hirzel[1]) gebaut wird, erläutert die Fig. 161 (S. 320) in Vorderansicht, Fig. 162 (a. v. S.) in Längsschnitt und Fig. 163 (a. v. S.) in Querschnitt. Das Oel fließt von dem Oelbehälter, stets gegen außen abgeschlossen, durch die Sicherheitsvorrichtung *a b*, deren Einrichtung durch Fig. 164 näher erklärt wird, durch den vorderen Retortenkopf in das in die Retorte eingelegte Oelzuflußrohr *c* und von da in die Verdampfungspfanne *d*. Diese hat eine Anzahl Querwände, die abwechselnd an jeder Seite einen freien Raum lassen,

Fig. 164.

Fig. 165.

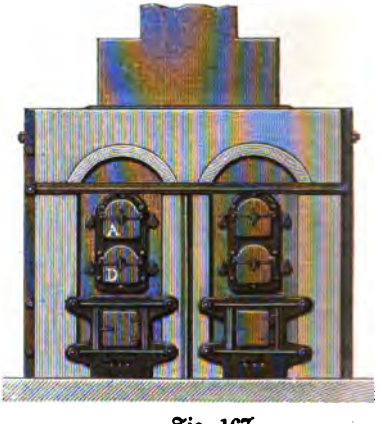


Fig. 166.

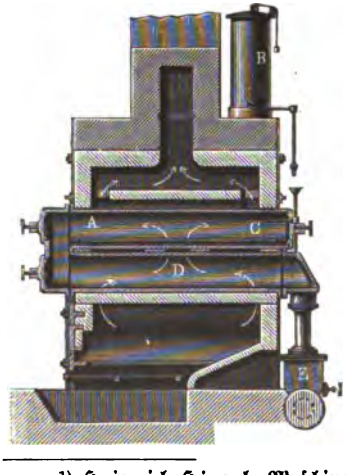
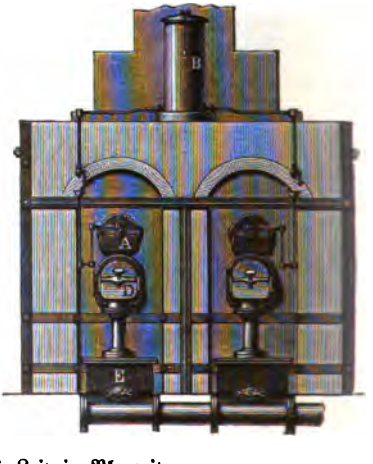


Fig. 167.



[1]) Heinrich Hirzel, Maschinenfabrik, Leipzig-Plagwitz.

Fig. 169.

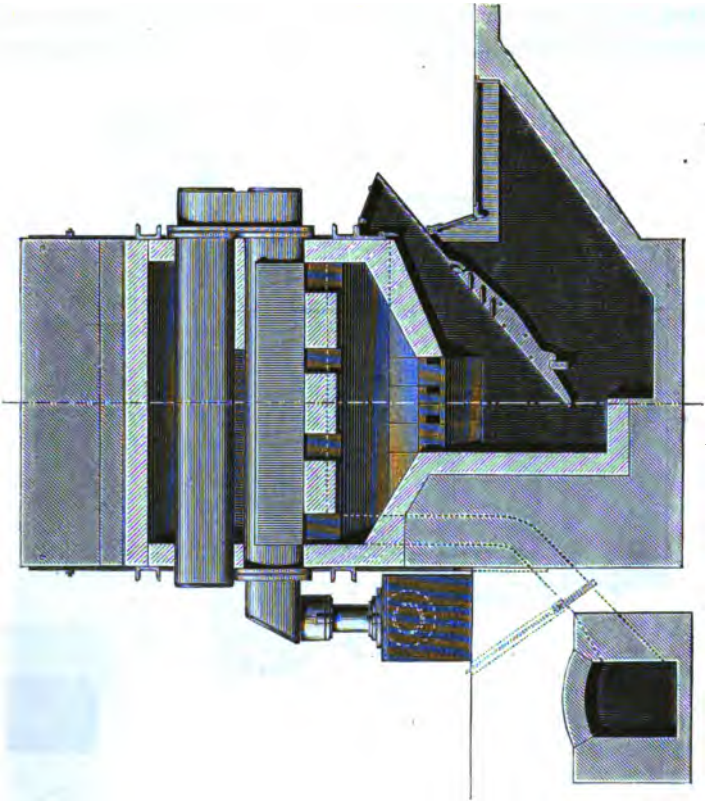
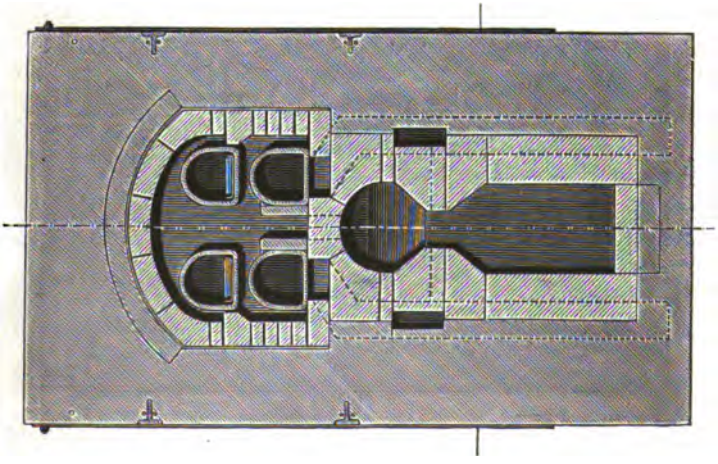


Fig. 168.



so daß das Oel langsam in gewundener Linie zu laufen gezwungen ist und hier vollständig verdampft. Das durch die Zersetzung der Oeldämpfe gebildete Gas

Fig. 171.

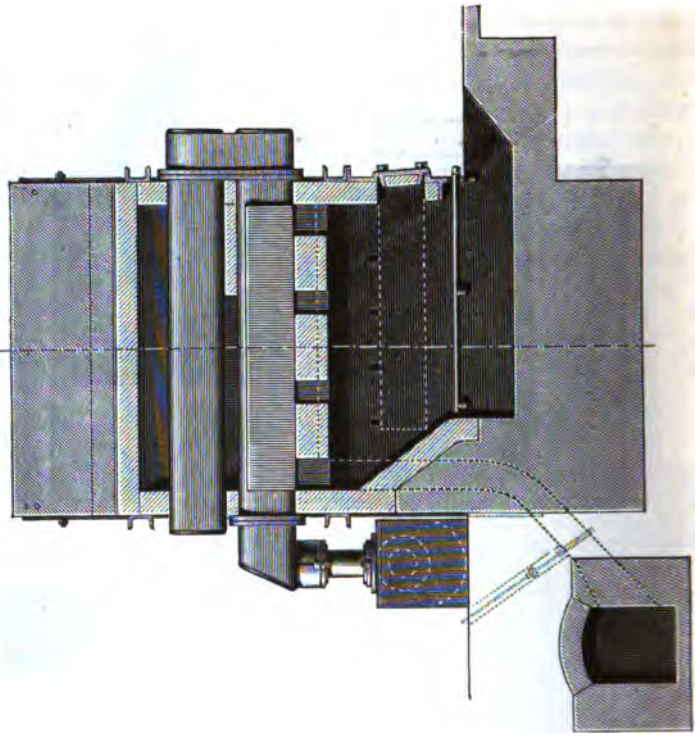
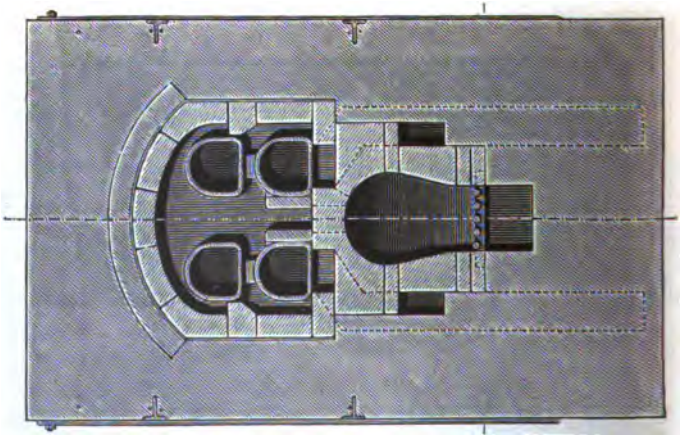


Fig. 170.



verläßt die Retorte bei *e*. — Die Einmauerung der Retorte ist so getroffen, daß sie möglichst gleichmäßig erhitzt wird; die Chamotteplatten *ff* schützen die

untere Fläche vor zu starker Beheizung. Bei *k* ist ein Sattel gemauert, auf dem die Retorte ruht, *ii* sind Steine, die herausgenommen werden, um die Retorte von der Flugasche zu reinigen und *hh* sind Schaulöcher, durch die die Temperatur der Retorte beobachtet wird. Der Weg der Feuergase ist durch Pfeile bezeichnet.

Fig. 172.

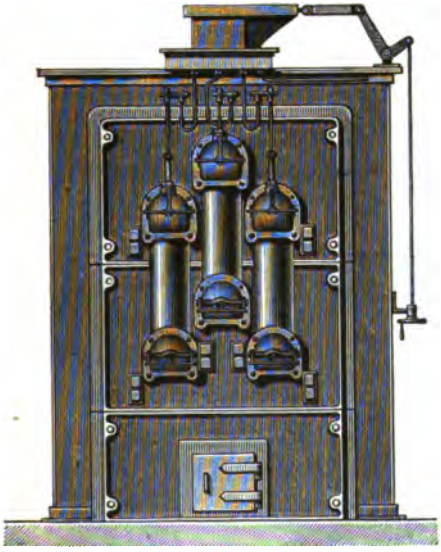
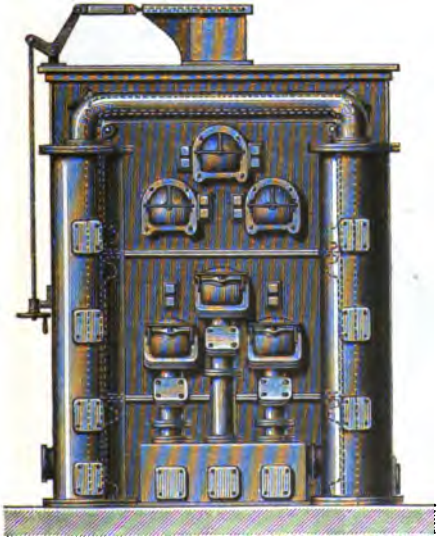


Fig. 173.



Einen Ofen, der nach der von Pintsch[1]) getroffenen Einrichtung zwei mit einander verbundene Retorten mit Ω förmigem Querschnitt enthält, zeigen die Figuren 165, 166 und 167 (S. 322), in Vorderansicht, Längsschnitt und Hinteransicht. Durch die Construction wird erreicht, daß sich das von *B* aus durch ein U förmiges Rohr in die Retorte *A* eintretende Oel darin zunächst in Dampf verwandelt, um dann in der darunter liegenden Retorte *D* vergast zu werden. In die obere Retorte ist noch die Blechmulde *C* eingesetzt, auf die das Oel tropft, dieses vertheilt und den bei der Verdampfung entstehenden kokigen Rückstand aufnimmt, der später durch Herausnehmen und Reinigen der Mulde leicht entfernt werden kann. Das Gas entweicht aus der Retorte *D* nach der Vorlage *E*. — Das die Retorten umgebende Mauerwerk ist in Chamotte ausgeführt, und gegen die Feuerzüge ist die Retorte durch eiserne Schutzplatten geschützt, die nöthigenfalls leicht zu ersetzen sind. Der Weg der Feuergase ist durch Pfeile angegeben. — Bei größerer Inanspruchnahme

[1]) Julius Pintsch, Maschinenfabrik in Berlin.

werden die Retorten zu je zwei in einen Doppelofen eingebaut und zeigen die Figuren 168 u. 169 (S. 323) einen solchen für Steinkohlenfeuerung mit

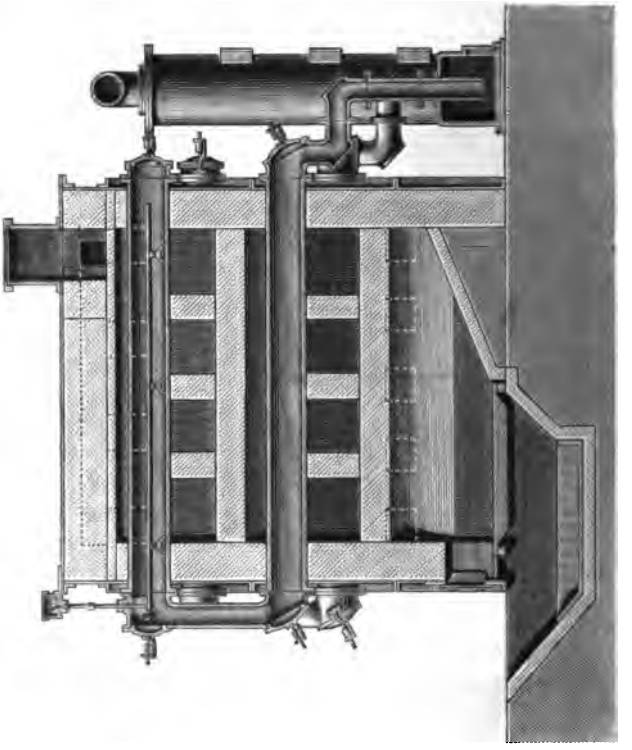


Fig. 175.

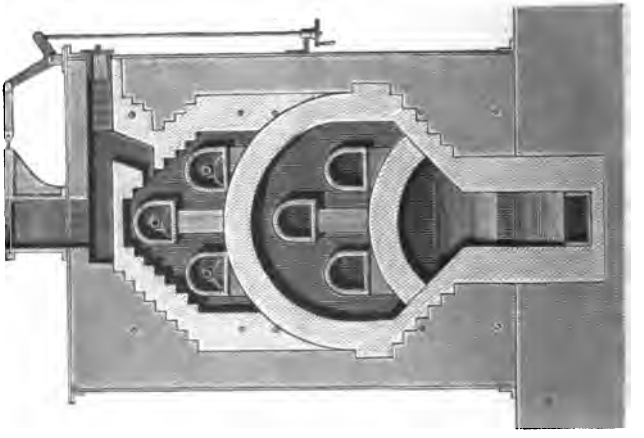


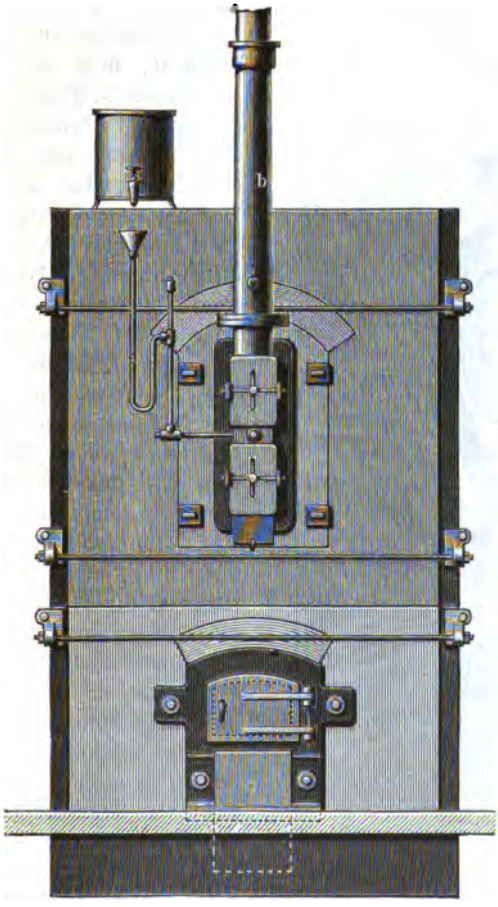
Fig. 174.

Treppenrost und die Figuren 170 u. 171 (S. 324) einen für Koksfeuerung. Einen Ofen, der drei Doppelretorten enthält, wie solche sich auf den Inchicore

Works in Dublin befinden, veranſchaulichen die Figuren 172, 173 (S. 325), 174 und 175 in Vorderanſicht, Hinteranſicht, Quer- und Längsſchnitt [1]).

Den Gasofen mit der liegenden an einem Ende geſchloſſenen Retorte, wie er von Wagner [2]) gebaut wird, ſtellen die Figuren 176, 177 und 178 (S. 329) in Vorderanſicht, in Quer- und Längsſchnitt dar. Das durch *e* einlaufende Oel wird zunächſt in dem Rohre *a* verdampft, und das aus den Oeldämpfen gebildete Gas verläßt durch *b* die Retorte.

Fig. 176.



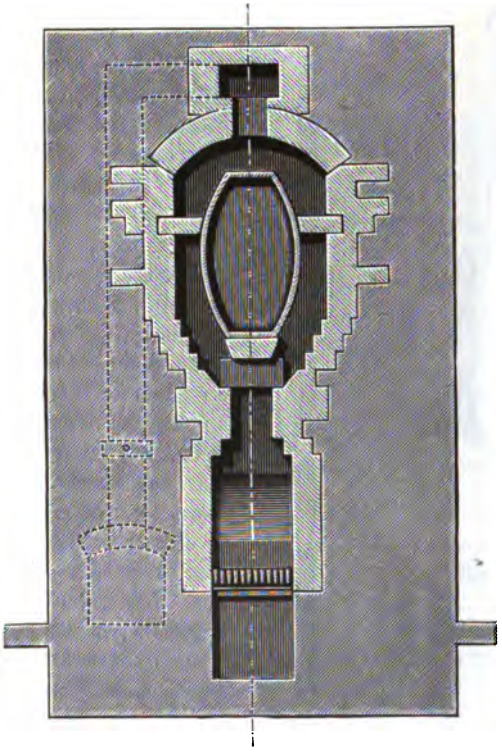
Die Einrichtung des Ofens mit ſtehender Retorte, wie ſie von Suckow [3]) getroffen iſt, zeigen die Figuren 179 und 180 (S. 330). Der Ofen hat einen gußeiſernen Mantel und iſt mit Chamotteſteinen ausgeſetzt; in dem freien Raume zwiſchen den beiden Schichten befindet ſich Schlackenwolle, um Wärmeverluſte und ſchnelles Abkühlen des Mauerwerks zu vermeiden. Die Retorte *A* iſt bei *a a* mit dem Retortenkopf feſt verbunden, in den das Einlaufrohr des Oels mündet und an den ſich das Gasabzugsrohr *B* anſchließt, das nach der Vorlage führt. Das einlaufende Oel wird in dem in die Retorte eingehängten Rohr *C* in Dampf verwandelt und die Dämpfe werden in dem unteren Theile vergaſt. Dieſer Theil iſt durch die Blende *D* von dem oberen abgeſchloſſen und ſoll dieſe Einrichtung zur beſſeren Vergaſung beitragen. — Der Ofen wird durch Schüttfeuerung geheizt und die

[1]) Outon, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 356. — [2]) Albert Wagner, vorm. R. Dreſcher in Chemnitz i. S. — [3]) P. Suckow u. Comp., Maſchinenfabrik in Breslau.

Gluth der Retorte durch das Schauloch *s* beobachtet, während durch den Schieber *S* die Feuerung regulirt wird.

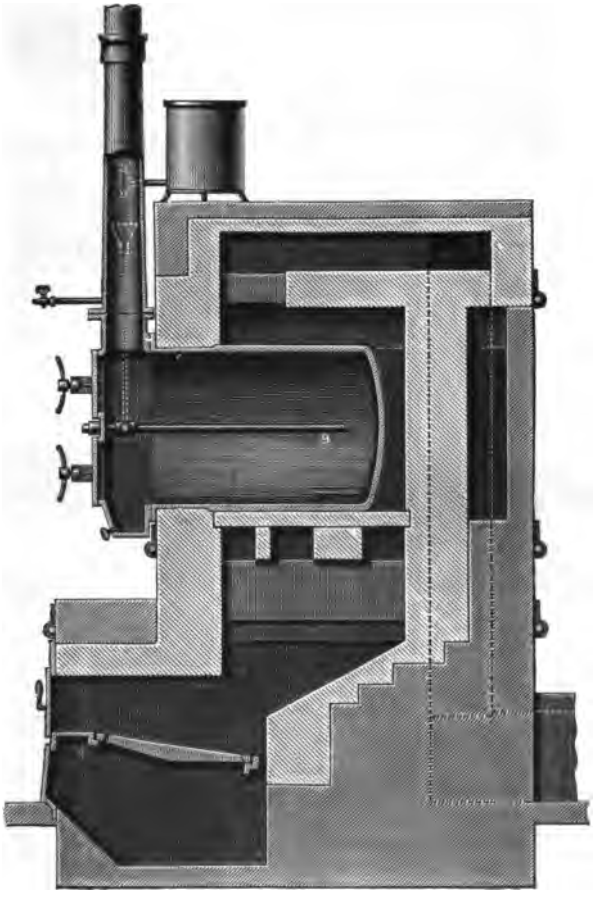
Die von der Firma Schumann und Küchler in Erfurt errichteten Gasanstalten enthalten den Retortenofen, der durch die Fig. 181 (S. 331) erläutert wird. Die Retorte *a* (Reformretorte genannt) verläuft nach unten conisch, an ihren Kopf schließt sich das Gasabzugsrohr *g* an und sie wird durch den Deckel *b* geschlossen. Die Retorte selbst zeigt die Fig. 182 (S. 332) genauer. Das durch *e* einlaufende Oel fällt auf den sternförmigen Vertheiler *d*, fließt an der Wand des in die Retorte eingehängten Verdampfungsrohres *c* herab und wird darin verdampft. Dieses Verdampfungsrohr trägt an seiner äußeren Fläche ringsherum Rippen *ee*, die wie die Retortenwände selbst während des Vergasungsvorganges glühend sind und zur schnelleren und besseren Vergasung des Oeldampfes beitragen sollen. Das Gas entweicht durch *g* und *h* nach der Vorlage. Am Boden der Retorte steht der Graphitfänger *f*, der den Vergasungsrückstand zum größten Theil aufnimmt und so eine schnellere und bequemere Reinigung der Retorte ermöglicht. — Die Retorte ist gegen die Feuerung noch besonders durch die Chamotteschüssel *s* geschützt, die auf Gewölbesteinen ruht, an denen sich die Stichflamme bricht. Die Feuergase umspülen die Retorte, um schließlich durch *k* nach dem Schornstein zu entweichen. *ii* sind Schaulöcher, durch die die Temperatur der Retorte beobachtet wird. — Diese Retorte kann nöthigenfalls auch liegend eingemauert werden und zeigen die Figuren 183 und 184 (S. 332) einen solchen Ofen. Das Rippenverdampfungsrohr kann auch an den anderen Formen der liegenden Retorten angebracht werden, so veranschaulicht die Fig. 185 (S. 332) die Einrichtung bei □förmigen, Fig. 186 (S. 332) die bei ovalen oder runden und die Fig. 187 (S. 332) die bei Kugelretorten.

Fig. 177.



In England sind ausschließlich liegend eingebaute Retorten im Gebrauch. Neben dem System von Pintsch sind noch die Einrichtungen von Keith und Alexander Patterson gebräuchlich. Die Retorte von Keith[1]) hat einen D förmigen Querschnitt, besitzt in der Mitte eine Einschnürung und ist an beiden Seiten offen. Das Oel tritt an dem einen Ende ein und das Gas

Fig. 178.



entweicht an dem andern. Es werden ein bis vier Retorten in einen Ofen gemeinsam eingebaut. — Die Retorte des anderen Systems[2]) ist von rundem Querschnitt und in der üblichen Weise in den Ofen eingebaut. [Das Oel tritt von dem Behälter aus in zwei, in der Retorte liegende, horizontal von dem Retortenkopf bis nahe an das Ende laufende Rohre und wird darin ver-

[1]) Humphrys, The Chemistry of Illuminating Gas, p. 177. J. Macadam, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 400. — [2]) Humphrys, The Chem. etc., p. 166. Lewes, Journ of Gas Lighting 1893, II, p. 629.

dampft. Das aus den Oeldämpfen entstandene Gas verläßt die Retorte durch ein Rohr, das gleichfalls an dem Kopfende der Retorte angebracht ist. — Pope's System [1]), die Benutzung einer Doppelretorte aus Gußeisen, wobei

Fig. 180.

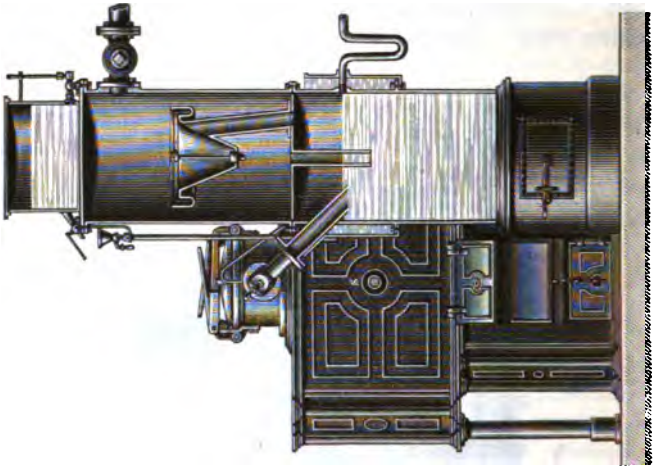
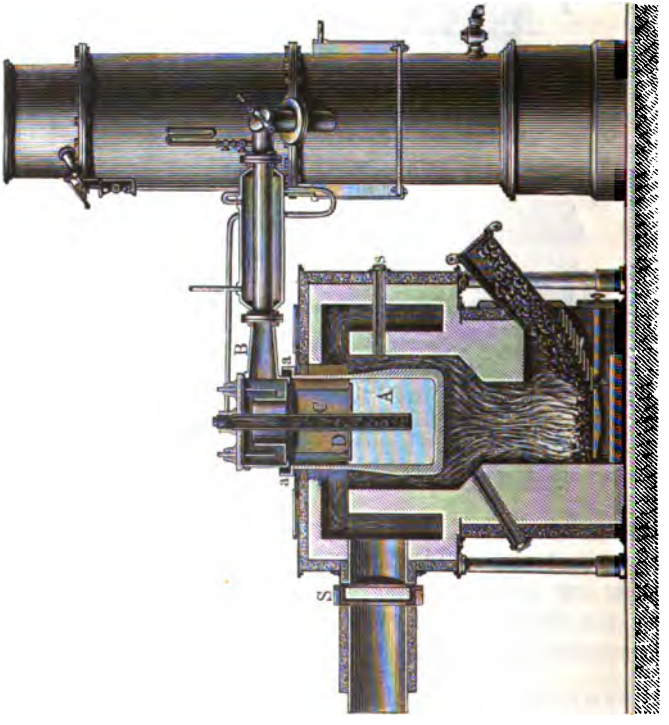


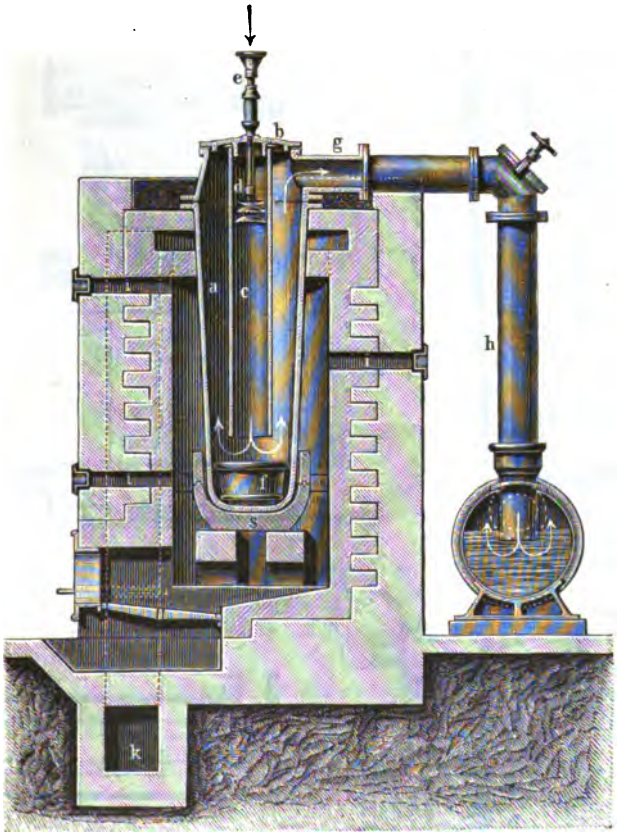
Fig. 179.



[1]) Humphrys, The Chem. etc., p. 176.

das Oel in die unterſte eintritt, ſcheint nur in wenigen Anſtalten Anwendung gefunden zu haben. — Außer dieſen Retortenformen ſind noch andere in England angewandt worden; ſo benutzte Lewes[1]) bei ſeinen Verſuchen enge Eiſenrohre von 51 mm Weite und 1,36 m Länge; Greenhough in Boſton und ſpäter Foulis[2]) wandten eine Retorte von ovalem Querſchnitt mit 437 mm auf 330 mm bei 2,47 m Länge an. Ein einzölliges Rohr iſt in den Retortendeckel eingeſchraubt und reicht bis faſt zum hinteren Ende der Retorte, es iſt

Fig. 181.



umgeben von einem $2^1/_2$zölligen, das am Ende geſchloſſen iſt. Dieſes Rohr wird von einem vierzölligen, am Mundſtückende der Retorte geſchloſſenen Rohre umhüllt. Die Rohre ſind gegen die Retortenwand geneigt gelegt, und das Oel wird in das innerſte Rohr durch einen ſchwachen Dampfſtrahl eingeſpritzt. Der

[1]) Journ. f. Gasbel. u. Waſſerverſ. 1893, S. 478. (Aus den Verhandlungen der Institution of Gas Engineers 1892.) — [2]) Ebend. 1892, S. 41. Journ. of Gas Lighting 1891, 57, 953.

Fig. 182.

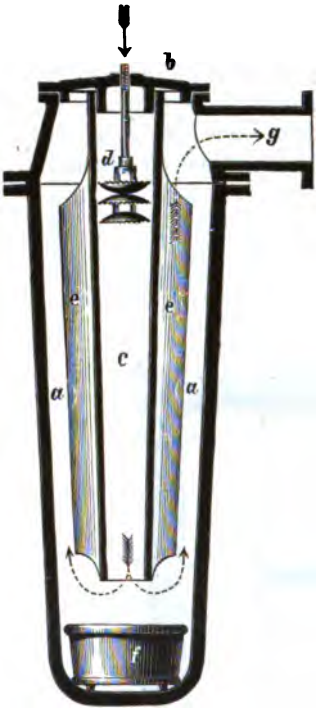


Fig. 183.

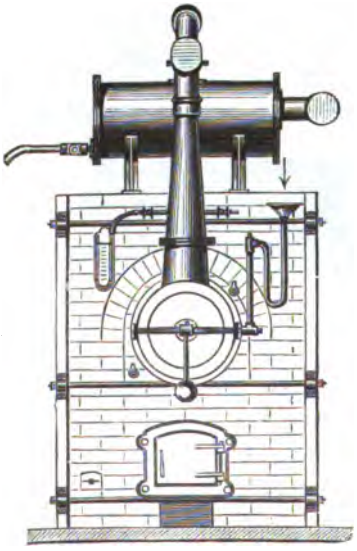


Fig. 184.

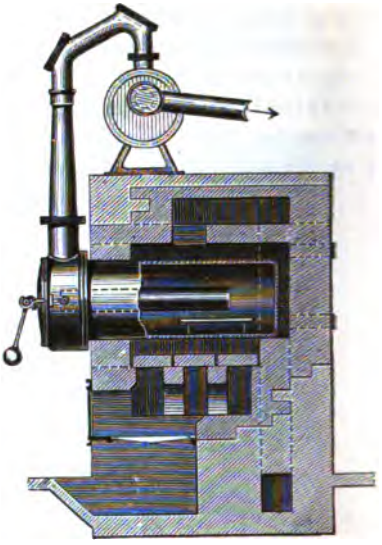


Fig. 185.

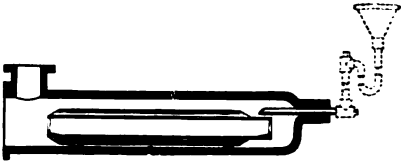


Fig. 186.

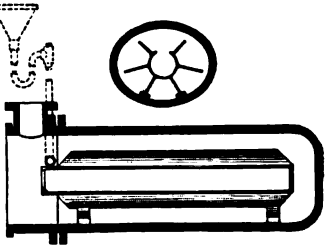
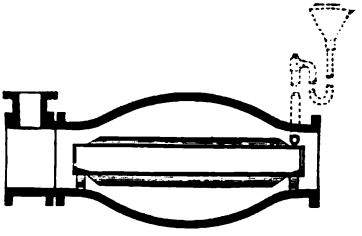


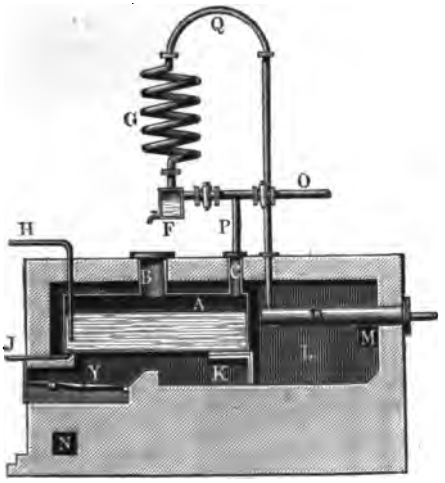
Fig. 187.



Zweck des Dampfes ist, die Rohre rein zu halten. Der Oeldampf tritt aus dem äußersten Rohre in die glühende Retorte und wird hier vergast.

Ein in neuerer Zeit in England patentirter Oelgaserzeugungsapparat [1]), der durch Fig. 188 veranschaulicht wird, soll an dieser Stelle beschrieben werden. Das in dem Kessel *A* mit dem Mannloche *B* sich befindende Oel wird verdampft, und die Dämpfe entweichen durch *C*. Auf ihrem Wege durch *P* und *G* condensiren sich die höher siedenden im Kühler *G*, das etwa darin enthaltene Wasser setzt sich in *F* ab und wird von dort abgezogen, während die Oeldämpfe durch *Q* nach dem Ueberhitzer *D*, der in der Kammer *L* liegt, entweichen und dort in Gas verwandelt werden. Das in *G* condensirte Oel fließt nach *A* zurück und wird von Neuem erhitzt. Der Proceß soll so lange fortgesetzt werden, bis alles Oel verdampft ist, und in *A* nur noch weiches Pech sich befindet, das dann durch *J* abgelassen wird. — *H* ist das Füllrohr für *A*, *Y* dessen Feuerung, deren zu starke Hitze durch die Platte *K* von dem Kessel abgehalten wird. Die Feuergase entweichen aus *L* durch *M* nach *N* und von da nach dem Schornstein. — Der Apparat ist so eingerichtet, daß, wenn man die niedrig siedenden Theile des Oels nicht vergasen will, man den Ueberhitzer ausschaltet und durch *O* die Verbindung nach einem zweiten Kühler herstellt, worin die Oeldämpfe verdichtet werden. — Ob der Apparat sich in der Praxis bewähren wird [2]), worüber Ergebnisse noch nicht vorliegen, erscheint unwahrscheinlich, und seine Vorzüge, niedrige Temperatur für das Verdampfen des Oels anzuwenden und nur ein Product außer Gas, nämlich Pech aus dem Oele zu gewinnen, sind in weit geschickterer Form durch den Peebles-Proceß [3]) überholt worden.

Fig. 188.



IX. Die Hülfsapparate.

Das Gas geht aus der Retorte zunächst in der Regel in die Vorlage, in der es unter Oelgastheer oder Wasser austritt, zum Theil seine condensirbaren Bestandtheile zurückläßt, und von wo es nach dem Condensator entweicht.

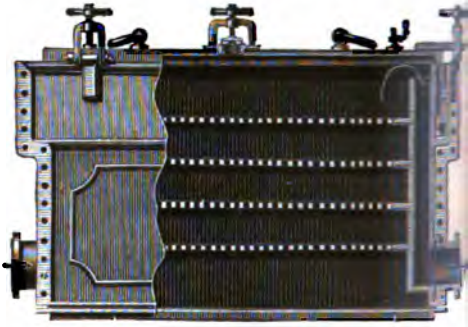
---

[1]) Laing, Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 940. — [2]) Vergl. ebend. 1893, II, p. 1037. — [3]) Siehe S. 345.

Zuweilen wird das Gas, ehe es nach der Vorlage gelangt, schon gekühlt, eine solche Einrichtung sehen wir in Fig. 179. — Als Condensatoren sind verschiedene

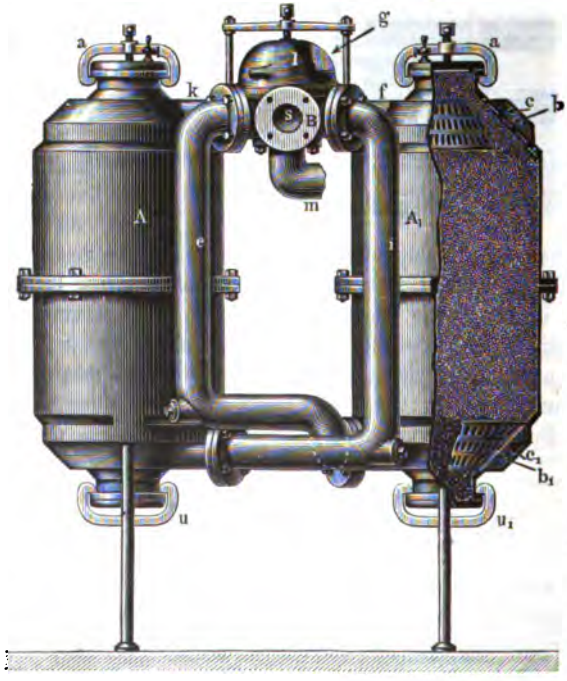
Fig. 189.

Fig. 190.



Einrichtungen im Betriebe, die zum größten Theil den bei der Steinkohlengasfabrikation gebräuchlichen [1]) ähnlich und theils mit, theils ohne Wasserkühlung versehen sind. —

Fig. 191.

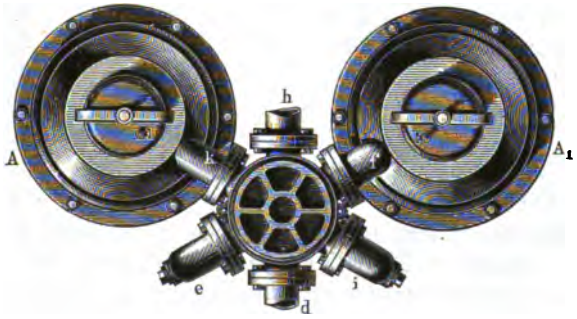


Der Wäscher fehlt bei einigen Systemen vollkommen, bei anderen ist er vor dem Condensator aufgestellt. In der Regel schließt er sich an den Condensator an und soll, wie dieser, dem Gase die sich verdichtenden Bestandtheile entziehen. Das Waschen des Gases wird entweder mit Wasser oder dünnflüssigem Oelgastheer, zuweilen auch mit Oel oder mit ölgetränkter Wolle vorgenommen. — Die Exhaustoren sind bei der Oelgasbereitung unnöthig, und wird das

[1]) Vergl. Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, Cap. 8.

Gas durch seinen eigenen Druck durch die Apparate getrieben. — Nachdem das Gas von den condensirbaren Bestandtheilen möglichst befreit ist, wird es, um den Schwefelwasserstoff daraus zu entfernen, durch die Reiniger geleitet, deren Einrichtung dieselbe ist, wie die der in der Steinkohlengas-Industrie üblichen Reiniger [1]). Reiniger, wie sie von Kühler verwendet werden, zeigen die Figuren 189 und 190. Den von Suckow construirten und mit Erfolg benutzten Doppelreiniger stellen die Figuren 191 und 192 dar. A und A_1 sind zwei gußeiserne Gefäße, die die Reinigungsmasse enthalten und durch die Deckel a und u geschlossen sind. B ist der Wechsler mit dem drehbaren Deckel l, je nach dessen Stellung kann Gas durch den einen Reiniger zur Befreiung von Schwefelwasserstoff, und Luft durch den anderen geleitet werden, um die gebrauchte Reinigungsmasse zu regeneriren. Wie die Figuren den Apparat zeigen, tritt das Gas durch d in den Wechsler und von da durch e

Fig. 192.



nach A_1; aus A_1 geht es durch f nach dem Wechsler zurück und von da nach dem Gasometer. Die Luft dagegen tritt durch g in den Wechsler und durch i in den Reiniger A, regenerirt darin die gebrauchte Reinigungsmasse, verläßt durch k den Reiniger und entweicht durch den Wechsler und das Rohr m nach dem Schornstein. Damit die Einmündungscanäle nach den Reinigern $c\,c_1$ offen bleiben, sind gußeiserne Siebe $b\,b_1$ eingesetzt. — Erwähnt sei hier nochmals, wie schon früher hervorgehoben, daß eine Reinigung von Kohlensäure und Ammoniak beim Oelgas wegfällt. — Aus den Reinigern geht das Gas durch die Productionsgasuhr nach dem Gasometer, und von da wird es nach Bedarf entnommen, nachdem es die Verbrauchsgasuhr passirt hat. In manchen Anlagen ist zwischen dem Gasometer und der Verbrauchsstelle ein Druckregulator eingeschaltet, der den Druck stets constant erhält. Diese Einrichtung ist als sehr zweckmäßig zu empfehlen. Im Allgemeinen sind bei der Oelgasfabrikation kleinere Gasometer als bei der des Steinkohlengases im Gebrauch, und erscheint es rathsam, dem Gasometer mindestens die Abmessung der halben täglichen höchsten Erzeugung zu geben.

---

[1]) Vergl. Schilling, Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, Cap. 10.

X. Der Betrieb.

Welche Größe der Retorten, und wie viel Retorten man für eine Oelgasfabrik braucht, richtet sich nach der Anforderung, die man an die Anlage stellt und kann nur von Fall zu Fall von dem Erbauer der Anstalt selbst beurtheilt werden. Als Princip gilt, wie bei den Steinkohlengasanstalten, die Anlage stets so einzurichten, daß sie auch noch erhöhten Anforderungen zu entsprechen vermag.

Als Beispiel für das Verhältniß der Größe der Retorte zu der Gasproduction mag die folgende Aufstellung für die Hirzel'schen Kugelretorten angeführt werden:

Länge der Retorte m	Innerer Durchmesser der Kugel mm	Gewicht der Retorte kg	Gasproduction pro Stunde cbm
0,64	150	30	1,5
0,80	240	75	3,0
0,80	300	90	4,0
0,90	385	150	5,0
1,12	360	200	8,0
1,60	500	500	11,0
Einhalsige Doppelkugelretorte	570	—	20,0

Im Allgemeinen kann man als Durchschnitt annehmen, daß mit einer Retorte der beschriebenen Systeme, wie sie meistens bei den mittleren Oelgasanstalten zur Verwendung kommt, bei einem normalen Vergasungsgange 10 bis 20 cbm Gas in der Stunde erzeugt werden. — Die Größe der Hülfsapparate, Vorlage ꝛc., richtet sich natürlich nach der Gasproduction.

Ob die Güte des hergestellten Gases normal ist, muß der Praktiker während der Fabrikation selbst aus verschiedenen Anhaltspunkten beurtheilen können. Er läßt zu diesem Zwecke aus dem zwischen Retorte und Vorlage angebrachten Probirhahn Gas ausströmen. Vor allem ist die Farbe maßgebend, und ein weiteres Merkmal ist die Beschaffenheit des Theeres. Ueber diese Punkte wird S. 340 u. f. ausführlich berichtet werden. Manche Praktiker glauben auch nach dem Geruche auf die Güte des Gases schließen zu können. — Der Druck in den Apparaten beträgt in der Regel 25 bis 60 mm Wassersäule, jedenfalls darf er 80 mm nicht übersteigen. Zeigt eines von den für jeden Apparat angebrachten Manometern einen stärkeren Druck als die übrigen, oder wird das Oel von der Retorte nicht aufgenommen, sondern herausgeschleudert, so ist dies ein Zeichen, daß der Vergasungsvorgang gestört ist. In dem zuletzt genannten Falle ist eine Verstopfung der Gasableitung von der Retorte nach der Vorlage eingetreten. Ist eines der Manometer auf einen ungewöhnlichen Druck gestiegen, so ist dort der freie Durchgang des Gases versperrt. Ehe diesem Uebelstande durch Reinigung u. s. w. abgeholfen wird, muß der Oeleinlauf abgestellt und, wenn der betreffende Apparat mit dem Gasometer in directer Verbindung steht, der Hahn dahin geschlossen werden.

Die Reinigung der Retorte selbst wird je nach dem Vergasungsmaterial und der Arbeit der Anstalt vorgenommen. Bei kleineren mit inter-

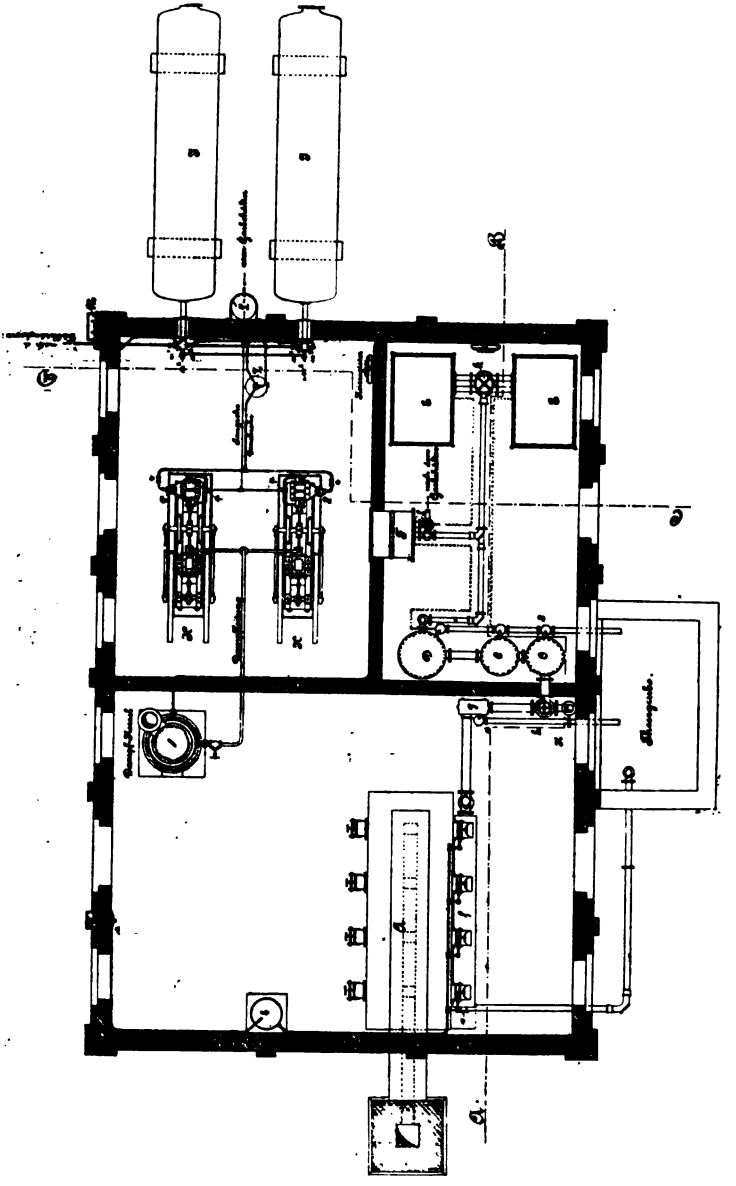


Fig. 193.

mittirendem Betriebe arbeitenden geschieht sie zwischen der Beendigung einer Vergasung und dem Beginn einer neuen. Bei ununterbrochen in Thätigkeit

sich befindenden größeren Anlagen wird entweder in 24 Stunden nur einmal oder höchstens zweimal gereinigt. Die Reinigung wird ausgeführt, indem man entweder die noch heiße Retorte ausbrennt, oder nach dem Erkalten mechanisch

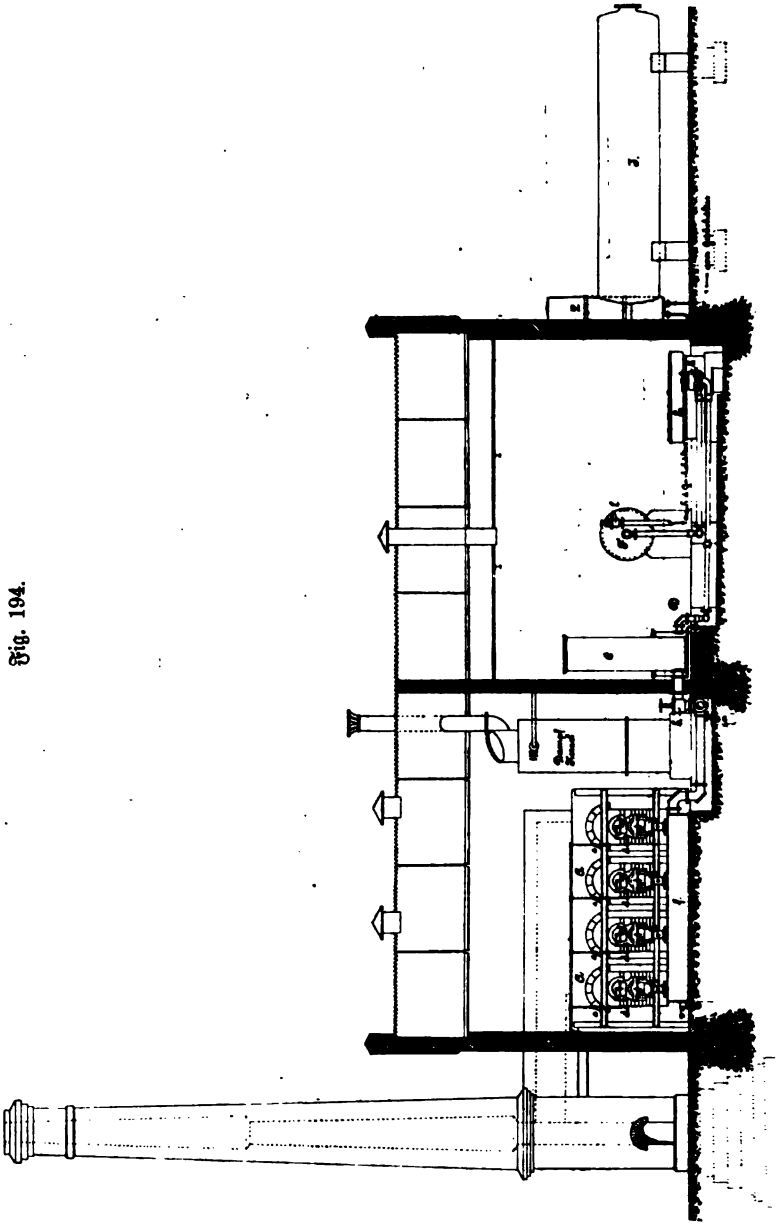
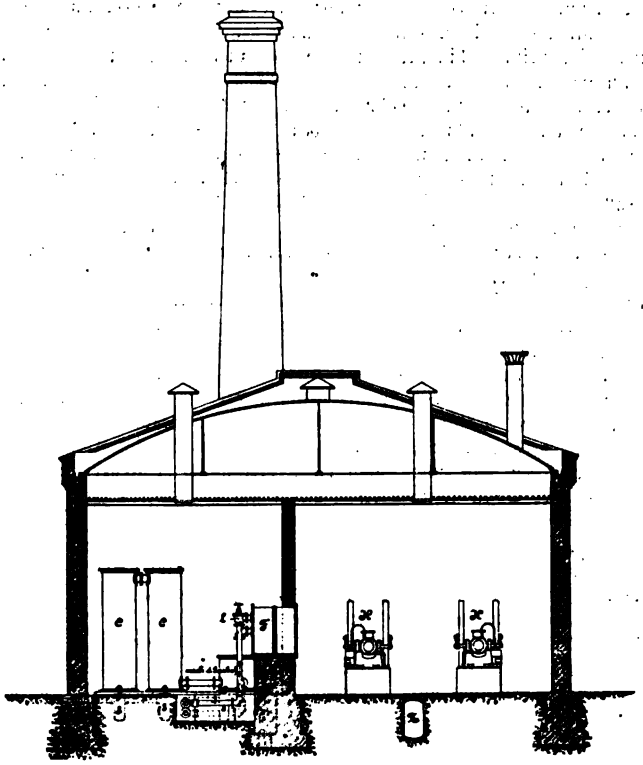


Fig. 194.

die Rückstände daraus entfernt. Bei kleineren Anstalten ist die zuletzt angeführte Reinigung fast ausschließlich im Gebrauche, bei continuirlich arbeitenden sind gewöhnlich beide Arten üblich. Das Ausbrennen muß natürlich mit der erforderlichen Vorsicht geschehen und bedingt eine kürzere Betriebsunterbrechung als die mechanische Reinigung.

Der Umstand, daß ein Oelgasbetrieb auch für geringeren Lichtbedarf errichtet werden kann, bedingt, daß bei kleineren gewerblichen Anlagen das Personal nur außerhalb seiner eigentlichen Thätigkeit in der Gasanstalt be-

Fig. 195.



schäftigt ist. Wird doch in manchen Fällen der Gasbedarf einer Woche an einem Tage hergestellt. Damit auch in den kleineren Anstalten die Gasfabrikation sachgemäß gehandhabt wird, sind von den Gasanstaltserbauern sehr genaue Vorschriften erlassen worden; als Beispiel führen wir im Folgenden die Vorschriften von der Firma Julius Pintsch an, die von dieser für den Betrieb einer Oelgasanstalt als Füllstation ertheilt werden unter Beifügung der Zeichnung einer solchen Anlage. Fig. 193 (S. 337) stellt den Grundriß, Fig. 194 den Längsschnitt AB und Fig. 195 den Querschnitt CD dar.

Betrieb in der Gasanstalt.

Vor Inbetriebsetzung einer Gasanstalt muß Folgendes beobachtet werden: Die Vorlage *f* an den Retortenöfen *A* ist so lange mit Wasser oder Theer zu füllen, bis ein Ueberlaufen des am Theerkasten *g* angebrachten Stipptopfes *n* eintritt. — Die Wasserverschlüsse in den im Reinigungsraume befindlichen Apparaten werden hergestellt. — Hierzu werden die Tassen *t* bei den Reinigern bis $^2/_3$ ihrer Höhe mit Wasser angefüllt und die an den Condensatoren und Wäschern befindlichen Stipptöpfe *s* voll gegossen.

Die Reiniger *E* werden mit der vorher zubereiteten Reinigungsmasse gefüllt. — Diese besteht entweder aus zwei Raumtheilen trocken gelöschtem Kalk und einem Theil Sägespäne resp. Häckfel oder aus Eisenoxydhydrat, welches nach einiger Zeit der Benutzung an der Luft wieder regenerirt wird und dadurch auf lange Zeit brauchbar bleibt. — Die Reinigungsmasse wird auf jede Horde ungefähr 150 mm hoch aufgeschüttet. — Bei der Fabrikation wird der Wechselhahn so gestellt, daß das Gas durch beide Reiniger hindurchgeht, und zwar zuerst immer durch den mit älterer, schon theilweise verunreinigter, und dann durch den mit frischerer Masse versehenen. — Unter dem trockenen Wechselhahn befindet sich ein Wassertopf, der immer mit Wasser oder Theer angefüllt erhalten werden muß. — Ferner ist die Gasuhr *F* durch die zu diesem Zwecke angebrachte Füllöffnung so weit mit Wasser zu versehen, bis der Stand desselben die am Vorderboden angebrachte Marke erreicht. Nur in diesem Falle giebt die Uhr ein genaues Resultat der Gasausbeute. — An dem Manometerbrett müssen ebenfalls die Gläser so weit mit Wasser gefüllt werden, daß letzteres die an den Scalen markirten Nullpunkte erreicht. — Da die einzelnen Gläser mit den in der Anstalt vorhandenen Apparaten verbunden und demgemäß entsprechend bezeichnet sind, so macht sich jede etwaige Störung in einem der Apparate in dem correspondirenden Manometerglase bemerklich, und wird daher durch die Beobachtung der Manometertafel eine fortwährende Controle über den ganzen Gang der Fabrikation ausgeübt. — Das Gasbehälterbassin muß bis ungefähr 100 mm vom oberen Rande entfernt voll Wasser gelassen werden. — Sind alle diese Vorbereitungen getroffen, so kann mit der Gasfabrikation begonnen werden. — Die Retortenöfen werden so lange geheizt, bis die Retorten im Inneren der Oefen rothglühend geworden sind, was nach etwa dreistündigem Feuern erreicht ist. — Beim Anheizen der Oefen können die Schieber im Schornstein ganz geöffnet sein, sobald jedoch die Retorten schwach rothglühend sind, werden die Schieber soweit geschlossen, daß dem Brennmateriale gerade nur das zur Erhaltung des Brennens erforderliche Luftquantum zugeführt wird. — Hierbei bleiben die Retorten in fast unverändertem Wärmezustande, was durch die an beiden Seiten der Oefen angebrachten Schaulöcher leicht beurtheilt werden kann. Zu lebhaftes Feuer hat die baldige Unbrauchbarkeit, sogar unter Umständen ein völliges Herunterschmelzen der Retorten zur Folge. Wie bei jeder anderen Feuerungsanlage muß auch bei der Bedienung der Gasöfen große Sorgfalt auf das Reinigen und Ausschlacken verwendet werden. — Mit der Zuleitung des Oels[1]) in die oberen Retorten wird erst begonnen, wenn die Retorten rothglühend geworden und die Ventile *h* am Zuführungsrohre zum Condensator *C* und *l* an der Gasuhr *F*, sowie sämmtliche Hähne am Manometerbrette geöffnet sind. Die an den Oeleinlaufrohren befindlichen Mikrometerhähne *c* werden dann soweit geöffnet, daß ein constanter Strom aus denselben fließt. — Um zu ermitteln, ob die Vergasung vollkommen oder normal ist, können die an den Absteigerohren nach den Vorlagen *f* bei *o* angebrachten Hähne geöffnet und das denselben entströmende Gas beobachtet werden. Hat dasselbe eine hellbraune Farbe, so ist die Vergasung normal, ist die Farbe weiß, so muß der Oelzufluß durch entsprechende Stellung des Mikrometerhahnes vermindert resp. die Retorten mehr erhitzt

[1]) Das Oel wird mit der Pumpe *a* nach dem Oelbehälter *b* befördert und fließt von da durch *c* und *d* nach *B*.

werden; ist die Farbe dagegen dunkelbraun, oder zeigen sich Rußflocken, so muß den Retorten mehr Oel zugeführt oder die Hitze der Retorten vermindert werden. — Diese Gasprobe muß mindestens nach jeder halben Stunde wiederholt und je nach dem Aussehen des Gases die Stellung des Ausflußhahnes regulirt werden. — Ein weiteres Merkmal der richtigen oder unrichtigen Vergasung hat man an der Beschaffenheit des ablaufenden Theeres. Derselbe muß bei *n* nicht zu dickflüssig, aber tiefschwarz sein. Enthält der Theer noch nicht vergastes Oel, so ist er sehr dünnflüssig, und es geben einige Tropfen davon, auf weißes, nicht zu sehr geleimtes Papier gebracht, einen durchsichtigen fettigen Rand um den entstandenen Theerfleck. Der Oelzufluß ist dann zu stark. — Die Qualität des entwickelten Gases kann ferner durch Beobachtung der im Retortenraume während des Gasens permanent brennenden Gasflamme beurtheilt werden. Brennt dieselbe hellleuchtend, so ist die Vergasung normal. Rußt sie dagegen und hat eine röthliche, matte Farbe, so ist der Oelzufluß zu stark; brennt die Flamme klein und schwächer leuchtend, so ist das Gas mager, und muß dann den Retorten mehr Oel zugeführt werden. — Bei einer etwaigen Verstopfung durch zu heiße Retorten und zu geringem Oelzufluß ist der Oeleinlauf abzusperren und die Probirhähne *o* zu öffnen. — Sollte durch irgend einen Umstand Theer oder Oel in Brand gerathen, so darf nur Sand zum Löschen verwendet werden, niemals Wasser; eine Partie Sand muß zur Vorsicht immer im Retortenraume bereit liegen.

Die Reinigung verstopfter Retorten oder Vorlagen geschieht auf folgende Weise: Nachdem das Ventil *h* geschlossen ist, wird der Deckel *x* der unteren Retorte vorsichtig gelockert und das etwa noch in der Retorte, Absteigerohr und Vorlage befindliche Gas vorsichtig entzündet. Dann wird der Deckel losgenommen und mit einem Eisenstab die den freien Durchgang des Gases hindernden Stoffe, Theer, Ruß u. s. w., aus der Retorte und, wenn nothwendig, auch aus der Vorlage entfernt, hierauf die Oeffnung wieder gut verschlossen und das Ventil *h* geöffnet. Etwaige Verstopfungen des von der Vorlage nach dem Condensator *C* gehenden Rohres sind nach Oeffnen der an den Knieſtücken befindlichen Reinigungsdeckel leicht zu beseitigen. — Die Vergasung nimmt dann, nachdem der Oelzufluß wieder regulirt ist, ihren Fortgang. Enthält das Vergasungsmaterial zu viel Wasser, so kann es vorkommen, daß in Folge plötzlicher Dampfentwickelung das Wasser aus den Stipptöpfen *n* und *s* und den Tassen *t* theilweise herausgeworfen wird, das Fehlende muß dann durch Nachfüllen sofort wieder ersetzt werden. — Zur Vermeidung des Herauswerfens von Wasser aus den Tassen und Stipptöpfen ist ein sogenannter Eruptionstopf *K* eingeschaltet, welcher so hoch mit Wasser angefüllt sein muß, daß bei regulärem Betriebe kein Gas aus demselben nach dem Abgangsrohre entweichen kann. Auf den richtigen Wasserstand in demselben ist immer ganz besonders zu achten. — Da in dem Reinigungsraume in Folge des zeitweisen Oeffnens der Reiniger und Wäscher *D* häufig kleine Quantitäten Gas aus den Apparaten entweichen, darf dieser Raum nie mit Licht betreten werden. — Soll die Gasfabrikation beendet werden, so ist zunächst der Oelzufluß durch Schließen der an dem Mikrometerhahn befindlichen Hahnküken abzustellen, dann wird der Gang der Gasuhr so lange beobachtet, bis der große Zeiger still steht, sich also kein Gas mehr entwickelt. — Dann werden die an den Absteigerohren befindlichen Hähne *o* geöffnet, die Ventile *h* und *l*, sowie die oberen Hähne des Manometerbrettes geschlossen. — Es ist darauf zu achten, daß der in der wassergekühlten Vorlage befindliche Theer nicht zu dickflüssig wird, was leicht durch ein theilweises Oeffnen des an der Vorlage befindlichen Hahnes *v* zu controliren ist. Ist der Theer dünnflüssig, so kann derselbe in der Vorlage verbleiben, ist er dickflüssig, so muß er durch den Hahn *v* abgelassen und die Vorlage durch die an derselben angebrachten Reinigungslöcher gereinigt und Alles wieder so vorbereitet werden, daß mit der Gasfabrikation sofort wieder begonnen werden kann. — Ebenso, wie die Reiniger von Zeit zu Zeit mit frischer Masse versehen werden müssen, ist auch das Wasser im Wäscher ab und zu durch frisches zu ersetzen. — Die Reinigungsmasse aus Kalk nimmt je nach der

Beschaffenheit des zur Vergasung gekommenen Rohmaterials in längerer oder kürzerer Zeit eine schmutzige grüne Farbe an, und wird es dem die Gasanstalt bedienenden Arbeiter leicht, sich ein Urtheil über den Grad der Verunreinigung und die Nothwendigkeit des Ersatzes der Reinigungsmasse zu bilden, wenn der am längsten im Betriebe befindliche Reiniger von Zeit zu Zeit geöffnet wird. — Auch sind auf den Deckeln der Reiniger Hähne angebracht, und ist es nur nöthig, weißes, mit Bleizuckerlösung befeuchtetes Papier dem Gasstrome auf kurze Zeit auszusetzen; bleibt die nasse Stelle des Papiers ungefärbt, so ist das Gas rein und sonach die Reinigungsmasse noch gut, färbt sich dagegen die nasse Stelle dunkelbraun oder schwarz, so muß der Reiniger sofort ausgeschaltet und mit frischem Material gefüllt werden. Bei Reinigung mit Eisenoxydhydrat ist nur die Bleizuckerprobe maßgebend. — Die am Gasbehälter angebrachten Wassertöpfe müssen mindestens zweimal in der Woche ausgepumpt werden.

Anlagen zum Comprimiren des Gases.

Die Compressionspumpe *H* besteht hauptsächlich aus dem Compressionscylinder und dem Dampfcylinder, welche auf einem gemeinschaftlichen Untergestell gelagert sind. Beim Betriebe der Pumpe gelangt das Gas zuerst aus dem Gasbehälter durch die Saugerohrleitung und die unten am Compressionscylinder angebrachten Saugeventile in den Compressionscylinder und wird von da, durch die Druckventile, nach den Sammelkesseln übergedrückt. In die Saugerohrleitung vom Gasbehälter nach der Pumpe ist der sogenannte Gefriercylinder oder das Gefriergefäß *L* eingeschaltet, in welchem auch die letzten, im Gase etwa befindlichen Wassertheilchen im Winter möglichst als Reif ausgeschieden werden. — In dem Compressionscylinder wird das Gas auf 10 kg pro Quadratcentimeter comprimirt. Der Cylinder sowohl, wie auch der Deckel mit den Ventilen sind mit Mänteln zur Wasserkühlung versehen; ein kleiner Zulauf frischen Wassers während der Compression genügt hierzu vollkommen. — Behufs ordnungsmäßiger Instandhaltung der Compressionspumpe müssen die Ventile derselben alle 8 bis 14 Tage gereinigt werden. — Ebenso muß der Pumpenkolben von Zeit zu Zeit nachgesehen werden, damit sich zwischen den Kolbenringen nicht Unreinigkeiten festsetzen, welche deren Federkraft beeinträchtigen. — Das Reinigen der Kolbenringe, welche aus Weißmetall bestehen, darf nicht durch Abkratzen mit einem Messer oder dergleichen geschehen, sondern die anhaftenden Theile werden nur vorsichtig abgewischt. — Der sich bei der Compression abscheidende flüssige Kohlenwasserstoff gelangt durch den direct an der Pumpe befindlichen Kohlenwasserstoff-Ausscheidecylinder *P*, resp. in den mit Erfolg eingeschalteten Kohlenwasserstoffsammler *Z*, aus welchem Apparat er vermittelst des im Kohlenwasserstoff-Ablaßspind *M* angebrachten Hahnes von Zeit zu Zeit abgelassen werden muß. — Beim Ablassen des flüssigen Kohlenwasserstoffs darf der leichten Entzündlichkeit wegen nie Licht oder Feuer in die Nähe gebracht, und darf diese Arbeit daher nur bei Tage vorgenommen werden.

Beschreibung des Sammelrohrkopfes.

Der Sammelrohrkopf ist an dem Sammelkessel *J* vermittelst eines Flantsches befestigt und mit drei Ventilen u^1, u^2 und u^3 versehen. Durch das Ventil u^3 wird den Sammelkesseln das Gas aus der Compressionspumpe zugeführt. Es ist ein sogenanntes Rückschlagventil und verhindert, daß das in die Sammelkessel gedrückte Gas in die von der Pumpe kommende Leitung zurückströmt. An demselben ist ein Sicherheitsventil angebracht, welches nur zu schließen ist, wenn das Rückschlagventil u^3 versagen sollte und sonst immer offen bleiben muß, da im Falle eines Versehens leicht Defecte an der Pumpe, den Cylindern, Kolben oder der Rohrleitung eintreten. Nach Beendigung der Compression ist das Sicherheitsventil zu schließen. Das Ventil u^3 dient dazu, den sich etwa noch im Sammelkessel abscheidenden flüssigen Kohlenwasserstoff abzulassen, zu welchem Zwecke dasselbe durch eine Rohrleitung mit dem Kohlenwasserstoff-Ablaßspind *M* verbunden ist. — Ver-

mittelst des Ventiles u^1, welches mit einem Manometer versehen ist, wird die Verbindung des Sammelkessels mit der Füllleitung behufs Abgabe von Gas nach den Recipienten an den Wagen oder Locomotiven hergestellt. — Ferner ist noch in der Druckleitung das Ventil r eingeschaltet, welches für gewöhnlich offen zu halten und nur bei einem eintretenden Defect der Rohrleitung zu schließen ist. — Aus den Kohlenwasserstoff-Ausscheidecylindern P und Z muß der flüssige Kohlenwasserstoff bei starkem Betriebe ungefähr alle zehn Stunden, aus dem Sammelkessel nach jedesmaliger Production von etwa 1500 cbm Gas abgelassen werden. Zur Aufnahme desselben und vorläufigen Aufbewahrung dienen gut verschließbare cylindrische Kessel aus Eisenblech. — Um das richtige Functioniren des Gefriergefäßes zu sichern, ist noch zu bemerken, daß die am unteren Ende desselben befindliche Schraube von Zeit zu Zeit geöffnet und die Condensationsproducte (Wasser) abgelassen werden müssen. Sollte das Gefäß im Winter bei andauerndem Frost durch Eiskrystalle verstopft sein, was sich an dem zwischen Gefriergefäß und Pumpe behufs Beurtheilung des regelmäßigen Ganges der letzteren angebrachten Manometer durch Einsaugen der Wassersäule bemerkbar macht, so wird die am oberen Ende befindliche Schraube gelöst und eine Quantität Spiritus in die Oeffnung gegossen. Nach Beseitigung der Verstopfung wird die Schraube wieder gut geschlossen. — Vor Ingangsetzung der Compressionspumpe muß der an derselben angebrachte Hahn p und der Hahn an dem eben erwähnten Manometer der Saugerohrleitung geöffnet, nach Beendigung der Compression geschlossen werden, alle anderen Ventile, mit Ausnahme des am Sammelrohrkopfe u^2, bleiben bei regelmäßigem Betriebe immer geöffnet. — In den Sammelkesseln darf das Gas nur bis auf 10 kg pro Quadratcentimeter comprimirt aufbewahrt werden, da dasselbe bei höherem Drucke in Folge Ausscheidens größerer Mengen von flüssigem Kohlenwasserstoff an Leuchtkraft verliert. Der Betrieb der Compressionspumpe geschieht durch directen Dampf, die Vorschriften über die Behandlung des Dampfkessels sind die allgemein durch Gesetz vorgeschriebenen. — Macht sich durch schnelles oder plötzliches Vorwärts- oder Rückwärtsgehen des Zeigers an einem der Bourdonmanometer eine Störung bemerkbar, so muß der Dampfzustrom zur Pumpe sofort abgestellt und das Uebel beseitigt werden. Durch grobe Unachtsamkeit kann nicht nur leicht eine größere Störung des Betriebes herbeigeführt, sondern die ganze Anlage in Gefahr gebracht werden.

Der Inhalt der Gasbehälterglocke darf nie vollständig ausgepumpt werden. — Beim Ueberführen von Gas in sogenannte Gastransportwagen sind nicht Gummischläuche, sondern mit geeigneten Anschlußstücken versehene Bleirohre zu verwenden. — Wie jede maschinelle Anlage durch den Gebrauch der Abnutzung unterworfen ist, so auch die vorbeschriebene. Es muß demnach wo möglich im Sommer bei schwachem Betriebe eine gründliche Revision sämmtlicher Apparate verbunden mit Reinigung der Rohrleitung bis zur Gasuhr stattfinden, wozu für letzteren Zweck die überall angebrachten Reinigungsöffnungen vorgesehen sind.

Der größeren Leuchtkraft des Oelgases entsprechend stellt sich auch bei der Anlage des Rohrnetzes ein wesentlicher Unterschied gegen das Steinkohlengas heraus. Die Leitungsrohre für Oelgas können mit weit geringerem Durchmesser angewandt werden und fällt dieser Umstand bei der Anlage einer Oelgasanstalt gegenüber der Steinkohlengasanstalt bedeutend ins Gewicht, da mit sinkendem Durchmesser die Beschaffung der Rohre weit geringere Kosten veranlaßt. In der Praxis nimmt man bei mittleren Oelgasanstalten in der Regel Rohre von dem halben Durchmesser, als die, die bei derselben Anlage für Steinkohlengas nöthig wären.

Als ein weiterer Vorzug der Oelgasbeleuchtung muß angesehen werden, daß die gesammte Gasfabrikation sich auf einer viel geringeren Bodenfläche abspielt, als die Erzeugung des Steinkohlengases, und daß auch das den Ofenraum ein-

nehmende Gebäude viel leichter und daher wohlfeiler construirt werden kann. Für kleinere Betriebe, besonders wenn die Oelgasanstalt etwas entfernt von den anderen Betriebsanlagen erbaut werden kann, ist Pappdach vollständig hinreichend, doch empfiehlt es sich hierbei, den Dachstuhl und das Dach an der Innenfläche mit Wasserglas u. dergl. feuersicher zu imprägniren. Wellblechdach ist gleichfalls zu empfehlen; in unmittelbarer Nähe anderer Betriebsgebäude, besonders solcher mit feuergefährlichen Betrieben, ist es rathsam, das Gebäude ohne Fenster mit Sägedach zu versehen. Bei kleinen Anlagen befindet sich der Ofen mit den Hülfsapparaten in demselben Raume, bei mittleren und größeren sind die Apparate in getrennten Räumen untergebracht.

Im Allgemeinen kann der Oelgasbetrieb als für die Umgebung und die Arbeiter äußerst wenig Gefahr bringend erachtet werden, was auch dadurch belegt wird, daß in dem Anstaltsgebäude gleichzeitig Wohnräume für das Personal einzurichten, von den zuständigen Behörden als zulässig angesehen worden ist.

Der Verschleiß an Retorteneisen bei der Oelgasfabrikation schwankt je nach der Inanspruchnahme und beträgt etwa 0,2 bis 0,3 kg auf 1 cbm Gas, was ungefähr drei Pfennige ausmacht. — Im Allgemeinen läßt sich der Preis des Oelgases ohne Amortisation der Anlage dahin feststellen, daß 60 Proc. der Gestehungskosten für das Gasöl und 40 Proc. für Bedienung, Heizung und sonstige Materialien einschließlich des Retortenersatzes anzunehmen sind. — Die Gesammtkosten der Oelgasbereitung für 1 cbm schwanken zwischen 23 und 30 Pfennigen, wenn man die Amortisation der Anlage nicht berücksichtigt, und einen Oelpreis von 11 Mk. pro 100 kg frei nach der Verbrauchsstelle zu Grunde legt.

In England [1]) stellen sich die Kosten für 1 cbm Oelgas bei einem Oelpreise von 7,5 bis 8 Mk. pro 100 kg auf 20 bis 25 Pfennige und in Frankreich [2]) rechnet man für 1 cbm Oelgas 30 Pfennige Gestehungskosten.

Der Preis des Oelgases wird natürlich höher, wenn das Gas im gepreßten Zustande, wie bei der Beleuchtung der Eisenbahnwagen, zur Benutzung gelangt, und außerdem sind hierbei noch die Kosten der Compression, die Amortisation der dazu sowie beim Consum von gepreßtem Gas erforderlichen Apparate in Rechnung zu stellen. Soll Oelgas für Heiz- oder Motorenzwecke zur Verwendung gelangen, wo den Abnehmern nach dem Vorbilde der Steinkohlengasfabriken ein niedrigerer Preis eingeräumt werden muß, so kann dieser niedrige Preis im Allgemeinen nur durch eine Reduction des Oelpreises erzielt werden, soweit sich nicht innerhalb eines großen Oelgasbetriebes, z. B. bei städtischen Anlagen, eine Preisreduction ermöglichen läßt. Soweit deutsche Verhältnisse in Frage kommen, wird ohne Zweifel anzunehmen sein, daß die sächsisch-thüringischen Mineralölfabriken, deren Paraffinölverkauf durch ein Verkaufssyndicat einheitlich gestaltet ist, sich zu Maßregeln im erwähnten Sinne geneigt finden lassen werden. Zur Frage der Carburation des Steinkohlengases durch

---

[1]) Browne, Journ. f. Gasbel. u. Wasserversf. 1893, II, S. 477. Lewes, ebend., S. 479. (Aus den Verhandlungen der Institution of Gas Engineers 1892.) — [2]) Von M. E. Lecomte berechnet; Revue industrielle 1892, p. 397.

Oelgas mag als Anhalt dienen, daß bei einem Preise von 4,60 Mk. für Cannelkohle ein Preis von 6,00 Mk. pro 100 kg Gasöl exclusive Faß frei nach der Verbrauchsstelle dem Gasfabrikanten reichlich Genüge bieten würde.

XI. Die Apparate des Peebles-Oelgasprocesses.

Wie schon früher hervorgehoben, unterscheidet sich der Peebles-Oelgasproceß [1]) wesentlich von dem gewöhnlichen Vergasungsvorgang, in gleicher Weise ist auch der Vergasungsapparat und die Aufstellung der Hülfsapparate bei dem Peebles-Proceß, die im Folgenden beschrieben werden sollen, verschieden von der sonst üblichen Einrichtung [2]). Die Fig. 196 (a. f. S.) veranschaulicht die schematische Anordnung der Apparate, wie sie von Bell angegeben worden ist [3]). Als Retortenform ist die cylindrische gewählt worden, um die strahlende Wärme möglichst zur Geltung zu bringen, da bei dieser Form der größte innere Raum bei der geringsten Oberfläche vorhanden ist, denn die Oberfläche des Cylinders ist nur direct proportional seinem Durchmesser, während der Inhalt proportional dessen Quadrat ist. Die Retorten sind 68,5 cm im Durchmesser und 2,74 m lang, sie liegen nach dem hinteren Ende geneigt, und ist die Abweichung von der horizontalen Lage am vorderen Ende gleich dem halben Durchmesser der Retorte. Die Retorten sind, da das gezeigte Schema für eine Anlage gilt, deren Oelgas zur Anreicherung des Steinkohlengases dient, in sehr zweckmäßiger Weise Rücken an Rücken mit den Steinkohlengasretorten aufgestellt und werden durch die Feuergase, die von diesen abziehen, geheizt. Dies ist durchführbar, da bei dem Peebles-Proceß eine bedeutend niedrigere Vergasungstemperatur, wie schon erwähnt, von nur 500 bis 600° C. ausreichend ist, als bei der gewöhnlichen Vergasungsweise. — *A* sind die Retorten für Kohlengas, *B* die für das Oelgas mit der Feuerung *C*.

---

[1]) Engl. Patent Nr. 1242; Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 169. — [2]) Herring hat sich in neuester Zeit einen Oelgaserzeugungsapparat patentiren lassen (engl. Patent Nr. 23433), in dem auch das Oel einer fractionirten Vergasung unterworfen wird. Es sind zwei liegende Retorten (oder Retortenreihen) über einander gelagert und verbunden; durch zweckmäßige Beheizung sollen an den verschiedenen Stellen der Retorten verschiedene, allmälig steigende Temperaturen herrschen. Die Temperatur der oberen Retorte, an der Stelle, wo das Oel einläuft, beträgt 150 bis 200° C., diese Temperatur wächst allmälig und ist am Ende der Retorte 600° C., in der unteren Retorte steigt die Temperatur von der Verbindungsstelle mit der oberen Retorte an bis ans Ende von 750 bis 950° C. Es soll so das Oel vollständig unter Abscheidung von Koks-, der von Mulden aufgenommen wird, die in die Retorten eingesetzt sind, in Gas verwandelt werden. Das abziehende Gas wird nicht durch Oel gewaschen, sondern geht durch eine Condensationsvorrichtung, aus der das Condensationsproduct nach der unteren Retorte fließt und dort zur Vergasung gelangt. Die Vorzüge des Peebles-Verfahren, ausschließlich bei niedriger Temperatur zu vergasen und durch den Waschproceß nur permanentes Gas zu erzeugen, können diesem neuen Apparate nicht zugesprochen werden. Ob der Apparat im Großbetriebe eingeführt wird und ob er sich da bewährt, muß die Zukunft lehren. (Journ. of Gas Lighting 1895, I, p. 25.) — [3]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 263.

D ist das Gasableitungsrohr, *E* die Vorlage, *F* ist der Oelbehälter (Ausgleichsbehälter), in den das neu zur Vergasung eintretende Oel durch *L* fließt, während daraus das Oel durch *H* und das Regulirungsventil *K* durch das Rohr *K* nach *D* und dann nach der Retorte tritt. Die Verbindung der Vorlage mit *F* wird durch *G* hergestellt. *M* ist der Condensator, *N* der Wäscher, der von *O* aus mit Oel versorgt wird. Wenn die Retorten die gewünschte Temperatur erreicht haben und die Vorlage, der Wäscher und die übrigen Apparate mit Oel gefüllt sind, läßt man das Oel durch das Regulirungsventil *K* und das Rohr *K* nach den Retorten fließen. Das Oel trifft auf eingesetzte gußeiserne Zungen, auf diesen wird es verdampft und dann ein Theil des Oeldampfes durch die strahlende Wärme der Retortenwand in Gas umgesetzt. Man regulirt den Oeleinlauf so, daß die an einem Probirhahn ausgelassene Probe des zersetzten Oels strohgelb aussieht. Bei zu geringem Einlauf ist die Farbe mehr oder weniger braun. Die gasförmigen Producte verlassen die Retorte durch *D* und treffen dort mit dem einfließenden Oel zusammen, wodurch ihnen außer einigen leicht condensirbaren Bestandtheilen vor allem die etwa darin suspendirten

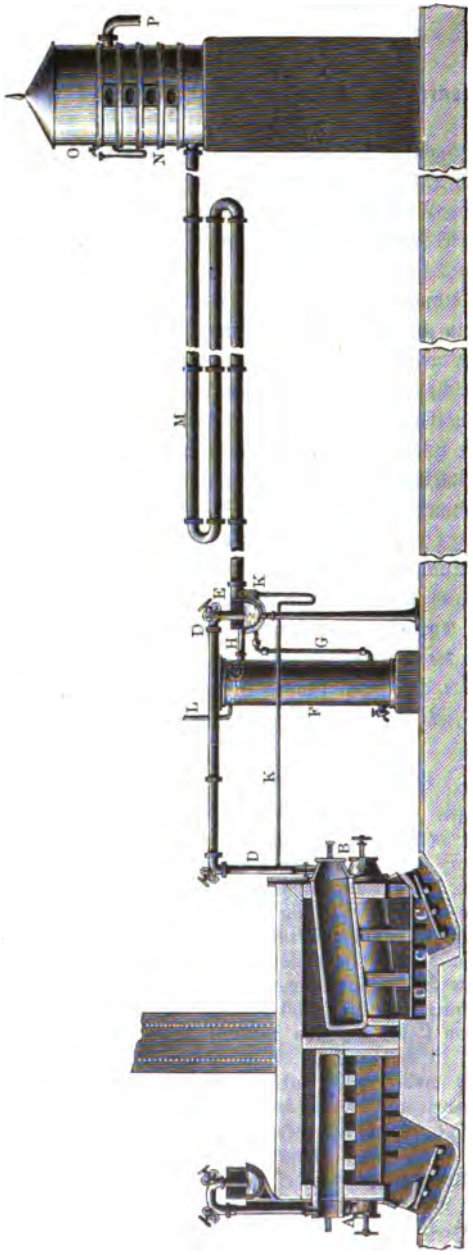


Fig. 196.

Rußflocken entzogen und nach der Retorte zurückgeführt werden. *D* mündet in die Vorlage, die mit Oel gefüllt ist und durch dieses wird das Gas gewaschen und giebt wieder einen Theil seiner dampfförmigen Körper ab, die vom Oel aufgenommen werden. Der Ueberschuß an Oel in der Vorlage fließt durch *G* nach *F*, darin setzt sich der etwa entstandene dickflüssige Theer, soweit seine Bestandtheile nicht vom Oel gelöst werden, zu Boden und wird, wenn es nöthig ist, durch den im unteren Theile von *F* angebrachten Hahn abgezogen. Von der Vorlage aus durchstreicht das Gas den mit schwacher Neigung nach der Vorlage zu horizontal liegenden Röhrencondensator *M*, und die dort sich verdichtenden Gasbestandtheile gehen nach der Vorlage zurück, während das Gas nach dem Wäscher *N* entweicht. Darin wird das Gas durch Oel, das von *O* aus eintritt und in geeigneter Weise sich in *N* vertheilt, gewaschen und giebt seine letzten am leichtesten flüchtigen Bestandtheile an das Oel ab, das durch *M* nach der Vorlage, von da nach *F*, und von hier mit dem neu zur Vergasung einfließenden Oel, das, wie erwähnt, beständig nach *F* tritt, in die Retorte zur gemeinsamen Vergasung gelangt. Das Gas, das von den dampfförmigen Kohlenwasserstoffen befreit ist, verläßt durch *P* den Wäscher, wird bei der erwähnten Anlage mit Steinkohlengas gemischt und passirt mit diesem gemeinsam den Reiniger, um dann in den Gasometer geleitet zu werden. — Als Rückstand bleibt ein fester Koks in der Retorte, der, wie schon erwähnt, etwa 20 Proc. oder wenig mehr vom vergasten Oele ausmacht, und der sich leicht aus der Retorte entfernen läßt. Sein Werth beträgt etwa 2 Mk. pro 100 kg. Er besitzt nur einen geringen Aschengehalt, nämlich etwa 0,5 Proc. Aus der möglichst pech- und rußfreien Beschaffenheit des Koks kann man auf den richtigen Verlauf des Vergasungsvorganges schließen. — Young fabricirt in Peebles nach seiner Methode mit einer Oelgasretorte in 24 Stunden 340 cbm Gas, also in einer Stunde 17,5 cbm. Das Gas besitzt keine, sich durch einen Druck von 10 Atm. verdichtenden Bestandtheile. Die Kosten eines Cubikmeters Gas nach diesem Proceß betragen bei einem Oelpreise von 4 bis 8 Mk. pro 100 kg 9 bis 15 Pfennige [1]) und die Anlagekosten einer Anstalt, die täglich 1000 kg Oel [2]) vergast, sind mit 3000 Mk. anzusetzen. Erwähnt sei noch, daß durch den Peebles-Oelgasproceß nicht allein die eigentlichen Gasöle vergast werden können, sondern auch Oele und Theere mit hohem specifischem Gewicht, die bei dem gewöhnlichen Vergasungsproceß nicht als Material zu verwenden sind. — Bis Ende des Jahres 1893 arbeiteten schon 14 Anlagen nach diesem System, die außer in England, in Amerika und Australien errichtet waren; seit dieser Zeit sind wieder zahlreiche neue Anlagen nach dem gleichen System entstanden [3]).

Wenn auch die bei der Compression des nach der gewöhnlichen Art dargestellten Gases erhaltenen Verdichtungsproducte keinen großen Verlust, auf

---

[1]) Journ. of Gas Lighting 1893, II, p. 14. Ibid. 1894, II, p. 234. Ibid. 1895, I, p. 222. — [2]) Daraus werden 600 bis 650 cbm Oelgas erzeugt, das für sich eine Leuchtkraft von 60 N.-K. besitzt (bei 150 Liter stündlichem Verbrauch) und mit Steinkohlengas gemischt, dieses so aufbessert, als ob es ursprünglich eine Leuchtkraft von 90 bis 96 N.-K. gehabt hätte. — [3]) Vergl. Journ. of Gas Lighting 1893, 1894 und 1895.

das Gasöl bezogen, darstellen, so liegt doch ein solcher in dem wesentlichen Rückgange der Leuchtkraft des comprimirten Gases, der durch die Ausscheidung von stark leuchtenden Bestandtheilen bedingt ist. Schon aus diesem Grunde erscheint der Peebles-Oelgasproceß sehr beachtenswerth auch für die deutschen Oelgasinteressenten. Es muß als Verdienst von Young angesehen werden, die bei der Oelgasbereitung sich im Inneren der Retorte abspielenden Vorgänge, soweit sie durch die strahlende Wärme und durch die Berührung der heißen Retortenwände sich äußern, in einer Weise dargelegt zu haben, gegen die sich an der Hand des Verhaltens des comprimirten Gases gar nichts einwenden läßt. Bei der Bedeutung, die für unser öffentliches Leben heute noch die Oelgasbeleuchtung besitzt, zumal da sie durch ihren Preis bei der Beleuchtung der Eisenbahnwagen für lange Zeit noch dem elektrischen Lichte gegenüber sich concurrenzfähig erweist, scheint es doch sehr wünschenswerth, daß auch in Deutschland der Peebles-Oelgasproceß erprobt würde. Die Verwerthung des Braunkohlentheeres der sächsisch-thüringischen Industrie ist voraussichtlich für lange Zeit davon abhängig, daß dem daraus erzeugten Gasöl sein Markt erhalten bleibe, und scheint der Peebles-Proceß wesentlich hierzu mit beitragen zu können. — Bedauerlicher Weise ist das englische Interesse für die Ausnutzung der vaterländischen Schieferschätze größer als das deutsche für die Producte seiner Schweeltheerindustrie. Seit Jahren kämpft diese mit der übermächtigen Concurrenz des Petroleums, der stearinliefernden Colonialproducte und mit zahllosen Schwierigkeiten der ausländischen Concurrenz gegenüber. Sie hat große Lasten zu tragen, die durch die hohe Zahl der von ihr beschäftigten Berg- und Fabrikarbeiter bedingt und durch die deutsche socialpolitische Gesetzgebung veranlaßt sind, ohne beim heimischen Lichtconsum die gebührende Berücksichtigung zu finden. — Der Peebles-Oelgasproceß [1]) scheint uns den Beweis zu liefern, daß in der Oelgastechnik das letzte Wort noch nicht gesprochen und die Möglichkeit noch nicht ausgeschlossen ist, daß es auch deutscher Technik gelingen wird, einem vaterländischen Producte die Geltung zu verschaffen, die es verdient.

---

[1]) In neuester Zeit hat Young das Verfahren dahin erweitert, aus dem Oele, ohne jeden Rückstand, nur Gas zu fabriciren, indem er den bei der Vergasung im entsprechend umgeänderten Apparate entstehenden Kols zur Darstellung von Wassergas benutzt. (Journ. of Gas Lighting 1894, II, p. 188, 236, 248.)

Dreizehntes Capitel.

Die Statistik der sächsisch-thüringischen Industrie.

Im Folgenden wollen wir die wirthschaftliche Entwickelung und Bedeutung der sächsisch-thüringischen Mineralölindustrie einer kurzen Betrachtung unterziehen [1]). — Wie in technischer, so bietet auch in wirthschaftlicher Beziehung diese Industrie ein interessantes wechselvolles Bild. Theilt man die Geschichte der wirthschaftlichen Entwickelung in Perioden ein, so findet man von ihren Anfängen bis zum Jahre 1893 vier gut charakterisirte Zeitabschnitte:

1. Von den Anfängen der Industrie bis zum ersten Auftreten des amerikanischen Petroleums auf dem Weltmarkt (1862).

2. Vom Beginn des Petroleumimports in Deutschland bis zu dem wirthschaftlichen Aufschwung nach dem deutsch-französischen Kriege. Dieser Aufschwung findet seinen Höhepunkt in der Weltausstellung in Wien (1873).

3. Von der Wiener Weltausstellung bis zum Tode C. A. Riebeck's (1883).

4. Von der Gründung der Actiengesellschaft A. Riebeck'sche Montanwerke bis zur Weltausstellung in Chicago (1893).

In ihren Anfängen zeigt uns die Industrie ein trübes Bild. Auf dem als Industriegebiet noch jungfräulichen Boden entwickelt sich ein Leben, das in seiner fieberhaften Hast nach mühelosem Gewinn an das Leben und Treiben bei der Entdeckung und Ausbeutung amerikanischer oder australischer Goldfelder erinnert. Die Speculation auf den Erwerb werthvoller Kohlenfelder griff gelegentlich zu den bedenklichsten Mitteln. Die Technik der Verarbeitung der Kohle sowohl wie die des Theeres stand in den Kinderschuhen. Vielfach war der Unternehmer nur mit dem primitivsten Apparat ausgerüstet, ohne Kenntniß der Nothwendigkeit, das vorhandene Rohmaterial für diese Art der Verwendung einer genaueren chemischen Untersuchung zu unterwerfen, und so entbehrte manche der rasch ins Leben tretenden Fabriken der soliden Grundlage und verschwand so schnell, als sie entstanden war. Man erkannte bald die Schäden und sah

[1]) Zuverlässige Angaben wirthschaftlicher Art über die außerhalb des sächsisch-thüringischen Industriegebietes vorhandene Mineralölindustrie waren leider bisher nicht zu erhalten. Schätzungen sind in den Tabellen am Schluß des Capitels angegeben.

die Bedeutung kritischer Sichtung des Ausgangsmaterials ein, das ja vielfach in so vorzüglicher Beschaffenheit sich darbot, wie es der heutigen Industrie nicht annähernd mehr zur Verfügung steht, sowohl was das Ausbringen der Kohle an Theer, als dessen Güte anlangt. Durch die Beschaffenheit des Rohmaterials und die mäßigen Ansprüche, die an die Reinheit der anfangs concurrenzlosen Fabrikate gestellt wurden, war dem Fabrikanten die Arbeit ungemein erleichtert. Fast allgemein gestaltete sich der Betrieb zu einem dreifachen in einer Hand, der Grubenbesitzer errichtete die Schweelerei und wurde bald darauf auch Mineralölfabrikant. Es wurden gegen heute sehr hohe Preise für die Fabrikate erzielt. Photogen (damals Bezeichnung für Leuchtöl) kostete im Jahre 1858 54 bis 57 Mark pro Hektokilogramm (heute ungefähr 11 Mark), Paraffin 270 Mark, heute ungefähr 70 Mark. Die Schweelereien, die ihren Theer verkauften, erzielten für 1 hkg 30 bis 35 Mark — heute 6 bis 9 Mark. Gegen Ende der ersten Periode waren fast alle die Firmen in Thätigkeit, deren Fabriken heute noch blühen.

Die Sturm- und Drangperiode der Industrie machte einer gleichmäßigeren und ruhigeren Entwickelung Platz. Anfangs förderte das gegen Beginn der 60er Jahre immer stärker eindringende amerikanische Petroleum den Absatz an sächsisch-thüringischen Leuchtölen. Bald aber wurde es zum mächtigen Concurrenten, von dessen Preise dauernd der Solarölpreis abhängig blieb — bis auf den heutigen Tag. Man wurde sich bald darüber klar, daß der Kampf mit dem übermächtigen Gegner nur zu bestehen sei mit Anstrengung aller Kräfte in der Entwickelung der Industrie nach allen Seiten hin. Die zur Fettgasbeleuchtung dienenden Paraffinöle, die ohnehin bei der von Jahr zu Jahr sinkenden Kohlen- und Theerqualität mehr Beachtung erforderten, da sie sich in größeren Mengen einstellten, als in der ersten Periode, wirkten nach und nach auch wirthschaftlich stärker ein und gaben dem zweiten Zeitraume das Gepräge. Die bequeme und zweckmäßige Oelgasbeleuchtung bringt in die in jener Zeit des Wachsthums der vaterländischen Industrie massenhaft entstehenden Fabriken aller Art ein, schließlich erobert sie sich das mit immer engeren Maschen sich füllende deutsche Eisenbahnnetz. Die Mineralölindustrie ist seit jener Zeit vorwiegend Gasölproducentin und am Oelgaswesen lebhaft interessirt. Das Erkennen der gemeinsamen wirthschaftlichen Interessen führte 1868 zur Gründung eines Vereins für Mineralölindustrie, der in der Zeit seiner Blüthe eine eigene Zeitschrift herausgab, die ihre Leser auf wirthschaftlichem und technischem Gebiete unterrichtete. In dieser zweiten Epoche bilden sich im Wesentlichen die Fabrikationsmethoden heraus, die heute noch gehandhabt werden, an ihrem Ende beginnt der Rolle'sche Schweelcylinder die liegende Retorte zu verdrängen, 20 Jahre später ist diese überhaupt verschwunden und der „Cylinder" der alleinige Schweelofen. Die Preise beginnen weiter abzubröckeln, wenn sie auch gegen die heutigen noch hoch zu nennen sind. Im Jahre 1873 betrug die Production 375 000 hkg Theer, für den je nach Qualität bis zu 19 Mark für 1 hkg erzielt wurde; Paraffin, von dem damals 43 000 hkg hergestellt wurden, wurde mit wechselnden Preisen — aber gegen heute sehr hoch — 1869 mit 100 bis 120 Mark, vier Jahre später mit 156 Mark 1 hkg bezahlt. Die Ausdehnung

der Kerzenfabrikation gab Anlaß, deren Producte in besserer Qualität an den Markt zu bringen, um den Wettkampf mit der Stearinkerze nachhaltiger aufnehmen zu können. Es war eine der ersten Abmachungen des vorher erwähnten Vereins, Paraffinkerzen nicht mehr unter einem Schmelzpunkte von 52° C. in den Handel zu bringen, auf Riebeck's Drängen wurde die untere Grenze später auf 53°, schließlich auf 54° festgesetzt. Die Kerzen wurden schon vielfach für den Export hergestellt [1]). Die verbesserte Schweeltechnik erniedrigte die Gestehungskosten, man erkannte aber nunmehr die Nothwendigkeit, den sächsisch-thüringischen Braunkohlenbergbau auf eine breitere Grundlage zu bringen, als er sie bisher in der fast ausschließlich chemischen Aufbereitung der Braunkohle gefunden hatte. Zur Zeit der Wiener Weltausstellung, an der die Industrie sich in hervorragender und ausgezeichneter Weise betheiligte, war sie an einem gewissen Beharrungszustande angelangt.

Bei weiterer Ausdehnung des Rolle'schen Schweelsystems und der Verarbeitung geringwerthigerer Schweelkohlen trat nun ein neuer Artikel der Industrie auf den Markt, der sich aus einem lästigen Abfallproduct bald zu einem wirthschaftlich bedeutenden Factor herausbilden sollte — der Grudekoks. Es ging damit, wie in den 30er Jahren unseres Jahrhunderts mit dem Koks der Steinkohlengasfabriken, der beispielsweise in Berlin Mangels anderer Verwendung als Material zur Aufschüttung von Straßen und Chausseen verbraucht wurde. Wie der Gaskoks heute bei der Beurtheilung der wirthschaftlichen Lage einer Steinkohlengasfabrik ins Gewicht fällt, so ist es auch mit dem Grudekoks der sächsisch-thüringischen Braunkohle geworden, über dessen wachsende Bedeutung auf die tabellarischen Uebersichten verwiesen sei. Das neue Fabrikat der dritten Periode der Industrie suchte und fand seinen Markt bei den großen Massen der ärmeren Bevölkerung, denen er einen preiswerthen Brennstoff bot, der sich auch in seinen sonstigen Eigenschaften den Anforderungen des kleinen Haushalts besonders anpaßte. Aber dieser Zeitraum ist noch in anderer Beziehung interessant. Während in der chemischen Aufbereitung der Kohle eine gewisse Stagnation eingetreten war, belebte sich von Jahr zu Jahr mehr das Gebiet ihrer mechanischen Aufbereitung. Damals ist der sächsisch-thüringische Braunkohlenbergbau geworden, was er heute ist: ein wichtiger Factor im nationalen Wirthschaftsleben. Schon Ende der 60er Jahre hatte die sächsisch-thüringische Actiengesellschaft für Braunkohlenverwerthung auf ihrer Grube v. d. Heydt bei Halle eine Braunkohlenbriketfabrik errichtet, aber erst Mitte der 70er Jahre — von 1876 an — beginnt der Aufschwung der Naßpreßstein- und besonders der Briketfabrikation, mit unter dem kräftigen Antriebe von Riebeck's bisweilen stürmischer Initiative! Man sah ein, daß die Zeit verhältnißmäßig leichten Gewinns bei der Mineralölindustrie unwiederbringlich vorüber war — neben dem amerikanischen Concurrenzproduct tauchten beachtenswerthe Gegner im Wettkampfe aller Orten auf. Die schottische Paraffinindustrie wächst um diese Zeit bedrohlich an, der Gasölmarkt, besonders im Auslande, geht an die

[1]) Die Fabrikation von Compositions- und Christbaumkerzen — heute bedeutende Artikel — wurde Ende der 60er Jahre aufgenommen.

schottischen Oele, bald auch an die rumänischen und galizischen Oele vorübergehend verloren. In der bedeutenden Vergrößerung der Förderung der Feuerkohlen und deren Aufbereitung zu geformten Kohlen schuf man einen Ausgleich für die schwankenden Conjuncturen des Theerproductenmarktes. Die mechanische Aufbereitung der sächsisch-thüringischen Braunkohle — die Briketindustrie — steht im engsten wirthschaftlichen Zusammenhange mit der Mineralölindustrie. Alle größeren Gesellschaften, die Braunkohlenbergbau treiben, haben ihr Unternehmen auf beide Pfeiler gegründet. Erst dadurch ist die Industrie eine Großindustrie geworden; mit der Ausdehnung, mit der großartigen Entwickelung wuchs der Unternehmungsgeist, was sich in seiner Rückwirkung auf die Theerindustrie zeigte, die sich ebenfalls nun nochmals vergrößerte. Erwähnt muß hier werden, daß zum Aufschwung des sächsisch-thüringischen Braunkohlenbergbaues auch die preußische Gesetzgebung ein gutes Theil beigetragen hat. Wie Vollert in seiner Beschreibung des Braunkohlenbergbaues [1]) nachweist, ist es besonders dem Gesetz vom 22. Februar 1869, „welches die vorliegende Rechtsmaterie für die ehemals sächsischen Landestheile des gesammten Preußischen Staates einheitlich regelte", zu danken, daß eine rechtliche Grundlage geschaffen wurde, „auf welcher eine weitere ersprießliche Entwickelung in gleicher Weise erfolgen konnte, wie im Bereich des Allgemeinen Bergrechts". Die Kohlenförderung ist, wie aus der tabellarischen Uebersicht zu ersehen ist, am Ende der dritten Periode gegen früher sehr gestiegen, die Theerproduction betrug im Anfang der 80er Jahre ungefähr 550 000 hkg. Dem fortgesetzten Sinken der Preise suchte man durch Fortschritte in der Technik zu begegnen. Man steigerte die Aufarbeitung und verbilligte sie dadurch; die theure Thierkohle wurde mit dem wohlfeileren Entfärbungspulver vertauscht, der Anlage kostspieliger Kühlhäuser für den Sommerbetrieb wurde in den größeren Fabriken durch Einführung der künstlichen Kühlung mit Eismaschinen abgeholfen. Der Betrieb wurde damit gleichmäßiger und in seinen Ergebnissen weniger von der Witterung abhängig. Das Solaröl hatte seine frühere Bedeutung für die Industrie gegen Ende des gedachten Zeitraums fast völlig verloren, nachdem kaukasisches und amerikanisches Petroleum um den deutschen Markt kämpften. Im raschen Preissturz nur gelingt es den Amerikanern, den für sie sehr wichtigen deutschen Markt vor nachhaltigem Eindringen des russischen Fabrikats zu bewahren. Der deutsche Eingangszoll, der mit dem Zolltarif von 1879 in der Höhe von 6 Mark auf 1 hkg gelegt wurde, blieb ohne Einfluß auf den Wettkampf der beiden Petroleumproductionsgebiete, der Petroleumpreis sank weiter und mit ihm der des ohnehin abhängigen sächsisch-thüringischen Leuchtöls. Bisweilen sank dessen Preis unter den, der für Paraffinöle zur Vergasung gefordert und bewilligt wurde. In besonders enge Beziehung mit der gesammten vaterländischen Industrie trat die Mineralölindustrie durch ihre Gasöle, die am Ende der dritten Epoche unbestritten die Hauptmenge der Braunkohlentheeröle ausmachten. Die wirth-

[1]) Vollert, Der Braunkohlenbergbau im Oberbergamtsbezirk Halle a. S. und in den angrenzenden Staaten, III, S. 78 u. f. (Geschichtliche und rechtliche Entwickelung des Braunkohlenbergbaues.)

schaftliche Lage der Zuckerindustrie, die Verhältnisse im Absatzgebiet des Textilgewerbes werden sofort in der Mineralölindustrie fühlbar, denn die Lieferungen von Gasöl werden von den Zuckerfabriken oder den Webereien und Spinnereien, je nach ihrer Beschäftigung, stärker oder schwächer begehrt. Bei allgemeinem wirthschaftlichem Niedergang stockt der Absatz, und die Fabriken sind gezwungen, ausgedehnte Reservoiranlagen zu bauen, um Zufluß und Abfluß auszugleichen. In Zeiten wirthschaftlichen Aufschwungs wiederum muß Alles daran gesetzt werden, die Nachfrage zu befriedigen. Die immer ausgiebigere ausländische Mineralölerzeugung — auch in schweren Oelen — veranlaßte in jener Zeit der Bismarck'schen Handelspolitik — Mai 1885 — die Regierung, das heimische Oelgewerbe durch einen Eingangszoll auf Mineralöle aller Art — außer Petroleum, das 6 Mark für 1 hkg, wie bisher tragen mußte —, in der Höhe von 10 Mark auf 1 hkg zu schützen. Auch auf Paraffin (auf alle festen Leuchtstoffe, auch Stearin, Walrath u. s. w.) wurde ein Eingangszoll von 10 Mark gelegt. In jener Zeit verschloß sich unseren exportirenden Kerzenfabrikanten der russische Markt, der sonst große Mengen von Christbaumkerzen aufgenommen hatte; $2\frac{1}{2}$ Rubel Zoll auf das Pud [1]) Kerzen setzten das sächsisch-thüringische Fabrikat außer Wettbewerb.

Mit der Schilderung dieser Verhältnisse haben wir schon in die vierte Periode unserer Eintheilung hinübergegriffen. Im Januar 1883 starb der Commerzienrath C. A. Riebeck und das größte Unternehmen der Industrie ging in den Besitz einer Actiengesellschaft (unter der Firma A. Riebeck'sche Montanwerke) über. Seit dieser Zeit ist besonders das Bestreben der einzelnen Firmen zu erkennen gewesen, ihre wirthschaftlichen Interessen gemeinsam wahrzunehmen, handelspolitisch geschlossen vorzugehen, in technischer Beziehung sich gegenseitig zu fördern und zu berathen. Es sind mehrere Vereinigungen in den 80er Jahren entstanden, die von dauerndem Nutzen für die sächsisch-thüringische Mineralölindustrie gewesen sind. Besonders dringlich wurde das Bedürfniß nach einer zweckentsprechenden Organisation des Gasölmarktes erkannt, und das führte zur Gründung eines Verkaufssyndicates für Paraffinöle in Halle a. S. im Jahre 1885, das sich von Jahr zu Jahr immer mehr zu einem segensreichen Institute für die Industrie entwickelt hat. Ferner trat im Jahre 1885 der deutsche Braunkohlenindustrieverein ins Leben, der sich die Wahrung und Pflege der Interessen des deutschen Braunkohlenbergbaues zur Aufgabe gemacht hat. Welche Bedeutung dieser im Laufe der Zeit erreicht hat, geht wohl am deutlichsten daraus hervor, daß er im Jahre 1888 (im Gebiete des Oberbergamtsbezirks Halle a. S.) 20 000 Arbeiter mit 49 800 Familienangehörigen ernährte. Der Verein hat mustergültige Statistiken aufgenommen und strebt besonders an, in seinem Interesse auf die Eisenbahntarife einzuwirken. Der hier geschilderte Zeitraum ist aber noch in anderer Beziehung charakteristisch; im Jahre 1883 wurde das Reichsgesetz, betr. die Krankenversicherung der Arbeiter, erlassen und damit die socialpolitische Gesetzgebung des Deutschen Reiches eingeweiht, die ihresgleichen nicht hat in der ganzen Welt. In rascher Folge wurde das

[1]) Etwa 50 Mark auf 1 hkg.

Unfallversicherungsgesetz, das Gesetz betr. die Alters- und Invaliditätsversicherung der Arbeiter, Novellen zu den ersten beiden Gesetzen und zur Reichsgewerbeordnung (Arbeiterschutzgesetz) erlassen. Diese Gesetzgebung legt bekanntlich der Industrie schwere Opfer auf — in die tabellarische Uebersicht sind Angaben aufgenommen, aus denen die Höhe der Belastung hervorgeht. Als Versicherungsanstalten für Unfälle im Gebiete der Industrie sind die Knappschaftsberufsgenossenschaft (Section IV) und die chemische Berufsgenossenschaft (Section V) anzusehen, für die Alters- und Invaliditätsversicherung die Norddeutsche Knappschaftspensionscasse in Halle a. S. und die Landesversicherungsanstalt Sachsen-Anhalt (Merseburg). Neben dieser staatlichen Zwangsversicherung bestehen in der Industrie für das Wohl ihrer Beamten und Arbeiter zahlreiche Cassen, deren Anfänge in der Zeit vor der socialpolitischen Gesetzgebung liegen. Als Ende dieser — vierten — Epoche kann man die Weltausstellung in Chicago im Jahre 1893 ansehen, an der die Mineralölindustrie rühmlich und mit Auszeichnung theil nahm und damit zugleich die deutsche Mineralölindustrie vertrat. In der Abtheilung, die das preußische Berg- und Hüttenwesen bildete, nahm der Bezirk des Oberbergamts Halle a. S. eine bemerkenswerthe Stelle ein. Es brachte den Mansfelder Kupferschieferbau, die Staßfurter Kaliindustrie und den sächsisch-thüringischen Braunkohlenbergbau — Mineralölindustrie und Briketfabrikation — zur Ansicht. Man hatte bei dieser Schaustellung den Schwerpunkt auf ein geschmackvolles Arrangement der Kerzenfabrikate und auf die Ausstellung einzelner Präparate gelegt, die den wissenschaftlichen Sinn und die rührige vielseitige Thätigkeit der heutigen Industrie bekundeten.

Die letzten Jahre sind wieder solche allgemeiner gedrückter wirthschaftlicher Lage und demnach stockenden Gasölabsatzes. Fast hat es den Anschein, als ob die Errungenschaften des letzten Jahrzehnts auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik dem Oelgas und damit der Mineralölindustrie einen dauernden Nachtheil bringen sollten. Dem Kohlengas ist im Auerbrenner ein Bundesgenosse erstanden, der dem Triumphzug des elektrischen Lichtes ein starkes Hinderniß bereitet hat; das vorzugsweise in kleinen Anstalten hergestellte Oelgas ist vom elektrischen Lichte viel härter bedrängt worden. Ob ihm nach englischem Vorgange [1]) später noch einmal eine große Bedeutung wird beigelegt werden müssen, als Anreicherungsmaterial für schwach leuchtendes Kohlengas oder nicht leuchtendes Wassergas, das anscheinend jetzt auch in Deutschland vordringt, wird die Zukunft lehren. Es ist wohl der einzige Weg zu einer gesunden, breiteren Grundlage des Paraffinölmarktes. Für das steigende Lichtbedürfniß des Publicums kann man das elektrische Licht Sorge tragen lassen; mit den am Ende des Jahrhunderts in vielen Städten zu Ende gehenden Gaslieferungsverträgen werden auch die bisherigen niedrigen Normen für die Lichtstärke des gelieferten Gases verschwinden. Der Kerze der sächsisch-thüringischen Paraffinindustrie ist das gesteigerte Lichtbedürfniß von Nutzen gewesen, ihre Herstellung hat von Jahr zu Jahr ausgedehnt werden können, ihr Absatzgebiet ist ohne Zweifel noch im Wachsen begriffen und ihr Handel ist durch die Energie ihrer

[1]) Peebles-Verfahren S. 298 u. 345.

Kaufleute von der bedenklichen Gepflogenheit der Schwesterindustrie —, der baisse-Clausel und der Verpflichtung, nach jeder Bahnstation im Inlande ohne Preisunterschied bei Zahlung der Fracht bis zum Bestimmungsort zu liefern — bisher frei geblieben.

Im Sinne unserer Eintheilung der wirthschaftlichen Entwickelung hat mit dem Jahre 1894 wiederum eine neue Periode begonnen, die das fünfte Jahrzehnt darstellt. Unter besonders glänzenden Auspicien tritt es die Industrie nicht an. Doch darf man nach ihrer Geschichte wohl von ihr erwarten, daß sie auch in Zukunft im Wettbewerb, nunmehr auf dem Weltmarkte, ihren Mann stellen wird. Ihre kaufmännischen und technischen Führer haben sich bisher auch in schwierigen Lagen ihrer Aufgabe gewachsen gezeigt, erwähnt seien hier die Namen der aus der Geschichte (S. 11) bereits als Techniker bekannten, aber auch als Kaufleute bewährten, Riebeck und Krug, ferner Stolle, Kuhlow u. A. — Anscheinend hat die Industrie die größte ihr mögliche Ausdehnung erreicht, die Theerproduction scheint auf ihrem Höhepunkt angekommen zu sein. Das im vorher geschilderten Zeitraume gebildete Syndicat für Paraffinöle hat nunmehr auch das Solaröl in seinen Geschäftsbereich gezogen. Die lange Dauer unerhört niedriger Petroleumpreise hat dem Solaröl unheilbaren Schaden zugefügt, trotz aller Bemühungen um Lampenconstructionen und der nachgewiesenen Möglichkeit, auch bei der Verwendung im Motor an Stelle des Petroleums treten zu können. Die Industrie wird anstreben müssen, mit Nutzen für sich, ein mit seinem Heizwerth entsprechenden Preise zu lieferndes Theeröl herzustellen und das im Sinne der Oelzerstäuberfeuerung zu verwerthen, die in Amerika und Rußland weite Verbreitung gefunden und wohl auch bei uns Interesse für viele gewerbliche Anlagen hat. Sie muß sich die Einrichtungen des modernen Verkehrswesens weiter zu Nutze machen und beispielsweise den Oelversandt noch mehr als bisher im Bassinwagenverkehr zu bewerkstelligen suchen, der bei Füllung, Transport und Entleerung gegenüber dem Transport in Fässern wesentliche Vortheile bietet. Im Handel mit Paraffinölen ist üblich „inclusive" zu berechnen, d. h. im Preise für 1 hkg ist Lieferung des Fasses eingeschlossen, das also nicht besonders in Rechnung gestellt wird. Bei diesem Bestreben ist die Industrie — bei dem in Preußen geübten Staatsbahnsystem — auf eine wohlwollende Eisenbahnpolitik des Staates angewiesen [1]). Sie kann überhaupt die Unterstützung und den Schutz des Staates nicht mehr entbehren, da sie im Auslande gegen die erdrückende Macht der amerikanischen, kaukasischen, galizischen und rumänischen Industrie zu kämpfen hat und ihr im

[1]) Leider entbehrt ihr Hauptgebiet heute noch einer directen Eisenbahnverbindung. Die Linie Deuben-Corbetha (Krey, Die Mineralöl- und Paraffinfabriken der A. Riebeck'schen Montanwerke; Festschrift zum IV. allgemeinen Deutschen Bergmannstag 1888), deren Bau seit mehreren Jahren vom preußischen Landtag genehmigt ist, nachdem die zunächst betheiligten Actiengesellschaften einen ansehnlichen Theil der Baukosten übernommen hatten, ist heute noch nicht in Angriff genommen, obgleich die Trace — die Fabriken Gerstewitz, Webau und Köpsen, daneben noch kleinere Betriebsstätten berührend — seit zwei Jahren feststeht. Es ist kein Grund bekannt geworden für dieses Zaudern, das der Industrie schwere Schäden zufügt.

I. a. Grundcapital und b. Dividend

Firmen der sächs.-thüring. Mineralöl-industrie:		1883	1884	1885
1. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft in Halle a. S.	a. Mark	10 000 000	10 000 000	10 000 000
	b. Proc.	14	20	12,5
2. Sächs.-Thüring. Actiengesellsch. f. Braunkohlenverwerthung in Halle a. S.	a. Mark	3 810 000	3 810 000	3 810 000
	b. Proc.	15	15	15
3. Zeitzer Paraffin- u. Solarölfabrik, Actiengesellsch. in Halle a. S.	a. Mark	3 689 100	3 689 100	3 582 47
	b. Mark	161 298	322 596	223 5
4. Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actiengesellsch. in Weißenfels a. S.	a. Mark	1 756 500	1 756 500	1 756 5
	b. Proc.	25	25	20
5. Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellsch. in Waldau	a. Mark	1 125 000	571 200	871 2
	b. Proc.	4,5	9	—
6. Heinrich Otto Schmidt in Zeitz				
7. Gewerkschaft Concordia in Nachterstedt				
8. Dörstewitz-Rattmannsdorfer Braunkohlenindustrie-Gesellschaft in Halle a. S.	a. Mark	1 000 000	1 000 000	1 000 0
	b. Proc.	8	7,5	8
9. Bunge & Corte in Halle a. S.				
10. H. Carlson in Wildschütz				
11. Billing, Damm & Comp. in Halle a. S.				
12. Bruckdorf-Nietlebener Bergbauverein in Halle a. S. (Gewerkschaft)				

er Actiengesellschaften in den Jahren:

1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
0 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000	10 000 000
10	10,5	11	15	15	15	11	10
3 810 000	3 810 000	3 810 000	3 810 000	3 810 000	3 810 000	4 446 000	4 446 000
7	7	7,5	9	9	10	7	6,5
3 582 450	3 582 000	3 582 000	3 582 000	3 582 000	3 582 000	3 582 000	3 582 000
—	107 460	179 100	250 740	214 920	179 100	152 235	143 280
1 756 500	1 756 500	1 756 500	1 756 500	1 756 500	1 756 500	1 756 500	1 756 500
12	11	11,5	11	11	15	14,5	12
871 200	871 200	871 200	1 021 200	1 021 200	1 021 200	1 224 000	1 224 000
—	—	5	6	7	8,5	6	4
1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
5	—	—	—	3	6	8	3

Inlande in der elsässischen Petroleumindustrie und der Messeler Schieferverhüttung beachtenswerthe Gegner entstanden sind. So ist es geradezu für die Industrie eine Lebensfrage, ob die neue Aera der Handelsverträge die bescheidene Schranke beibehält oder nicht, die in dem Mineralölzoll vom Mai 1885 dem Import ausländischer Oele errichtet ist. Des Braunkohlenbergbaues ältestes, wichtigstes, aber auch verwundbarstes Glied ist seine Mineralölindustrie. Wie dieser Bergbau für das gesammte nationale Wirthschaftsleben unentbehrlich geworden ist, lehrt ein Blick auf die Zahlen der von ihm beschäftigten Arbeiter und deren Familienangehörigen, auf seine Bedürfnisse aus anderen Wirthschaftsgebieten unseres Volkes. Ob in ihrer allgemeinen Organisation die sächsisch-thüringische Mineralölindustrie noch Fortschritte machen kann oder wird, ist eine Frage, deren Lösung der Zukunft vorbehalten ist. Das Bestreben, Zersplitterung der Kräfte zu vermeiden und im Wettbewerb möglichst den Kampf unter sich auszuschließen, ist seit längerer Zeit schon unverkennbar. Es hat seinen Ausdruck in dem straff organisirten Verkaufssyndicat für Paraffinöle gefunden, das zur Zufriedenheit — auch der Käufer — functionirt. Von einer solchen wirthschaftlichen Vereinigung, deren Wirkungskreis zunächst auch auf andere Artikel der Industrie auszudehnen wäre, bis zu einer Consolidation der verschiedenen Unternehmungen zu einem großen Betriebe, der in sich bei einheitlicher zweckmäßiger Organisation, erleichtert durch die localen Verhältnisse der Industrie, unleugbare große wirthschaftliche Vortheile in kaufmännischer und technischer Richtung bieten würde, ist noch ein weiter Weg. Man muß heute noch im Zweifel sein, ob die sächsisch-thüringische Braunkohlenindustrie ihn jemals beschreiten wird. Die englischen Sodafabriken sind ihn im Jahre 1891 mit der Gründung der United Alkali Company gegangen [1]), weil sie — ihn gehen mußten.

[1]) Chem. Ind. 1891, 14, 133. Das Actiencapital beträgt 180 Millionen Mark.

II. Gesammte Kohlenförderung in den Jahren:

Firmen der sächs.-thüring. Mineralölindustrie	1875	1878	1883	1885	1890	1893
	Hektoliter					
1. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft in Halle a. S. . .			19 875 756	19 931 980	24 196 283	25 201 695
2. Sächs.-Thüringische Actiengesellschaft für Braunkohlenverwerthung in Halle a. S.	3 592 409	3 780 398	4 846 369	5 067 893	5 567 525	7 713 890
3. Zeitzer Paraffin- und Solarölfabrik, Actiengesellsch. in Halle a. S.	580 000	644 000	3 766 000	3 879 000	4 844 000	5 314 000
4. Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actiengesell. in Weißenfels a. S.	3 003 742	2 873 882	3 168 833	3 418 444	4 377 029	7 046 933
5. Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellschaft in Waldau . .	912 886	1 330 009	1 815 785	1 799 351	1 602 086	2 178 308
6. Heinrich Otto Schmidt in Zeitz	—	497 477	817 285	887 482	1 093 263	1 470 812
7. Gewerkschaft Concordia in Nachterstedt	—	—	3 500 000	4 058 440	7 980 925	6 604 310
8. Dörstewitz-Rattmannsdorfer Braunkohlenindustrie-Gesellschaft in Halle a. S.	718 181	703 280	903 984	1 177 348	1 135 140	1 080 864
9. Bunge & Corte in Halle a. S.	—	—	—	—	—	—
10. H. Carlson in Wildschütz	78 200	79 895	63 045	270 520	428 370	612 520
11. Billing, Damm & Comp. in Halle a. S.	—	—	—	615 596	768 796	740 313
12. Bruckdorf-Nietlebener Bergbauverein in Halle a. S. (Gewerkschaft)	—	—	—	—	539 574	516 280
Summa			38 757 057	41 106 054	52 532 991	58 479 925

= 4 385 994 t

Gesammte Kohlenförderung des deutschen Braunkohlenindustrie-Vereins . . . . . 11 494 157 t
„ Braunkohlenförderung im preußischen Staate . . . . . 17 575 959 t
„ Steinkohlenförderung „ „ „ . . . . . 67 657 844 t

} im Jahre 1893.

III. Theerproduction in den Jahren:

Firmen der sächs.-thüring. Mineralölindustrie	1875	1878	1883	1885	1890	1893
	Hektokilogramme					
1. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft in Halle a. S. . .			241 588	247 541	233 808	245 317
2. Sächs.-Thüring. Actiengesellschaft für Braunkohlenverwerthung in Halle a. S.	48 775	63 505	93 756	85 015	84 507	106 537
3. Zeitzer Paraffin- und Solarölfabrik, Actiengesellsch. in Halle a. S.			71 110	74 406	49 001	44 671
4. Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actiengesell. in Weißenfels a. S.	27 835	27 966	35 769	33 065	28 693	45 377
5. Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellschaft in Waldau . .	17 259	21 917	22 371	23 360	28 404	39 925
6. Heinrich Otto Schmidt in Zeitz	—	9 826	16 880	17 667	16 353	17 225
7. Gewerkschaft Concordia in Nachterstedt	—	—	—	15 500	19 500	19 300
8. Dörstewitz-Rattmannsdorfer Braunkohlenindustrie-Gesellschaft in Halle a. S.	17 960	17 955	16 109	17 566	11 370	9 324
9. Bunge & Corte in Halle a. S.	—	—	—	—	—	—
10. H. Carlson in Wildschütz	—	—	—	6 000	10 530	14 785
11. Billing, Damm & Comp. in Halle a. S.	—	—	—	22 054	39 605	38 610
12. Bruckdorf-Nietlebener Bergbauverein in Halle a. S. (Gewerkschaft)	—	—	—	—	10 191	23 929
Summa			497 583	542 174	531 962	605 000

IV. Verkauf von Grudekoks in den Jahren:

Firmen der sächs.-thüring. Mineralölindustrie	1875	1878	1883	1885	1890	1893
	Wagenladungen (10 t)					
1. A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft in Halle a. S.			7 420	9 726	13 797	12 929
2. Sächs.-Thüring. Actiengesellschaft für Braunkohlenverwerthung in Halle a. S.	—	1 864	2 828	2 144	3 336	3 685
3. Zeitzer Paraffin- und Solarölfabrik, Actiengesellsch. in Halle a. S.				2 082	1 337	1 595
4. Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actiengesell. in Weißenfels a. S.	—	712	1 056	1 453	1 347	1 990
5. Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellschaft in Waldau	—	—	300	500	900	1 500
6. Heinrich Otto Schmidt in Zeitz	—	422	518	613	754	968
7. Gewerkschaft Concordia in Nachterstedt	—	—	—	847	1 272	1 308
8. Dörstewitz-Rattmannsdorfer Braunkohlenindustrie-Gesellschaft in Halle a. S.	540	632	857	849	879	806
9. Bunge & Corte in Halle a. S.	—	—	—	—	—	—
10. H. Carlson in Wildschütz	—	—	—	340	575	979
11. Billing, Damm & Comp. in Halle a. S.	—	—	—	—	580	119
12. Bruckdorf-Nietlebener Bergbauverein in Halle a. S. (Gewerkschaft)	—	—	—	—	356	788
Summa			12 979	18 554	25 133	26 667

V. Theeraufarbeitung

Fabrik	Firma, der die Fabrik gehört	1883	1884
		Hekto-	
1. Webau bei Weißenfels a. S. 2. Ober-Röblingen am See 3. Reußen bei Zeitz	A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft in Halle a. S.		259 869
4. Gerstewitz bei Weißenfels a. S. 5. Teuchern	Sächs.-Thüring. Actiengesellsch. für Braunkohlenverwerthung in Halle a. S.	93 756	88 562
6. Aue bei Zeitz 7. Döllnitz bei Halle a. S.	Zeitzer Paraffin- und Solaröl-fabrik, Actiengesellschaft in Halle a. S.	77 230	75 022
8. Köpsen bei Weißenfels a. S.	Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actiengesellsch. in Weißenfels a. S.	42 746	46 020
9. Waldau bei Osterfeld	Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellschaft in Waldau	24 669	24 866
10. Trebnitz bei Teuchern	Heinrich Otto Schmidt in Zeitz	21 472	20 271
11. Nachterstedt	Gewerkschaft Concordia in Nachterstedt	—	—
12. Rattmannsdorf bei Halle a. S.	Dörstewitz-Rattmannsdorfer Braunkohlenindustrie-Gesellsch. in Halle a. S.	16 143	16 877
13. Ober-Röblingen a. See	Bunge & Corte in Halle a. S.		16 000
14. Wildschütz (Kreis Weißenfels a. S.)	H. Carlson in Wildschütz . . .	6 463	8 448
15. Halle a. S.	Billing, Damm & Comp. in Halle a. S.	12 648	12 879
16. Nietleben bei Halle a. S. [1])	Bruckdorf-Nietlebener Bergbauverein in Halle a. S.	—	—
	Summa		568 814

[1]) Die schottische Industrie verarbeitet jährlich 2 200 000 bis 2 350 000 hkg Schiefer- II, p. 605) und die Fabrik Messel 20 000 bis 30 000 hkg (im Jahre 1890: 16 000 hkg. —

in den Jahren[1]):

1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
Kilogramme								
254 851	237 617	260 624	244 908	251 340	235 076	272 157	261 476	259 874
90 280	79 768	83 870	91 096	80 540	90 121	98 305	102 248	106 186
87 556	86 487	68 964	67 581	67 484	65 853	80 051	90 889	89 061
45 020	42 164	37 576	31 858	26 772	29 804	43 842	48 448	45 476
23 360	28 372	28 035	27 029	27 791	28 404	28 774	37 654	39 925
17 681	17 313	18 023	16 943	16 240	16 304	14 847	16 701	17 964
—	17 000	18 900	14 000	10 800	19 500	19 700	18 700	17 500
19 077	24 215	21 262	17 185	16 591	20 291	20 060	16 942	16 358
16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	16 000	15 965
9 226	10 130	14 774	13 776	15 327	14 971	15 825	16 689	14 785
14 304	14 931	13 935	16 757	15 468	16 622	10 672	8 676	7 767
—	—	—	—	—	—	—	—	—
577 355	573 997	591 963	557 133	544 353	552 946	620 233	634 423	630 861

heer (crude oil) in etwa 70 Fabriken (Journ. of Gas Lighting 1894, I, p. 973; 1894
[1]) Die Fabrik ist erst seit Ostern 1894 im Betrieb.

VI. Paraffinproduction

Fabrik	Firma, der die Fabrik gehört	1883	1884
		Hekto-	
1. Webau bei Weißenfels a. S. 2. Ober-Röblingen a. See 3. Reußen bei Zeitz	A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft in Halle a. S.		35 340
4. Gerstewitz bei Weißenfels a. S. 5. Teuchern	Sächs.-Thüring. Actiengesellsch. für Braunkohlenverwerthung in Halle a. S.	9 668	8 455
6. Aue bei Zeitz 7. Döllnitz bei Halle a. S.	Zeitzer Paraffin- und Solaröl-fabrik, Actiengesellschaft in Halle a. S.		12 176
8. Köpsen bei Weißenfels a. S.	Werschen-Weißenfelser Braun-kohlen-Actiengesellsch. in Weißenfels a. S.	7 536	7 460
9. Waldau bei Osterfeld	Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellschaft in Waldau	3 816	4 324
10. Trebnitz bei Teuchern	Heinrich Otto Schmidt in Zeitz	1 594	2 106
11. Nachterstedt	Gewerkschaft Concordia in Nachterstedt	—	—
12. Rattmannsdorf bei Halle a. S.	Dörstewitz-Rattmannsdorfer Braunkohlenindustrie-Gesellsch. in Halle a. S.	2 470	2 594
13. Ober-Röblingen a. See	Bunge & Corte in Halle a. S.		2 600
14. Wildschütz (Kreis Weißenfels a. S.)	H. Carlson in Wildschütz . . .	820	1 012
15. Halle a. S.	Billing, Damm & Comp. in Halle a. S.	1 710	1 810
16. Rietleben bei Halle a. S.	Bruckdorf-Rietlebener Bergbau-verein in Halle a. S.	—	—
	Summa		77 877

[1]) Von einigen der angeführten Fabriken wird das Rohparaffin zur Weiter-
sind nicht mit eingeschlossen. — [2]) Die Paraffinproduction der schottischen Industrie beträgt

in den Jahren[1)2)]:

1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
Kilogramme								
32 016	34 589	34 959	36 691	33 312	34 061	37 732	35 994	34 853
7 947	6 596	4 804	9 155	7 733	6 980	7 150	7 227	7 055
12 992	15 482	10 732	10 045	10 805	10 650	11 217	11 725	12 816
8 405	7 045	6 630	5 504	4 882	5 028	8 146	7 255	8 878
3 914	5 598	5 310	4 887	4 891	4 896	5 000	6 927	6 546
2 183	1 600	1 903	1 562	1 505	1 480	1 321	1 652	1 572
—	—	1 331	2 151	6 353	2 173	1 856	1 566	2 190
2 514	3 673	3 542	3 087	2 854	3 323	3 400	2 790	2 938
2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 550
1 106	1 218	1 548	1 486	1 590	1 946	1 810	1 898	1 867
608	2 490	1 914	2 652	1 671	874	23	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
74 285	80 891	75 273	79 820	78 196	74 011	80 255	79 634	81 265

verarbeitung an andere Fabriken abgegeben. Die Productionszahlen von Rohparaffin jährlich 200000 bis 230000 hkg.

VII. Kerzenproduction

Fabrik	Firma, der die Fabrik gehört	1883	1884
		Hekto	
1. Webau bei Weißenfels a. S. 2. Ober-Röblingen a. See 3. Reußen bei Zeitz	A. Riebeck'sche Montanwerke, Actiengesellschaft in Halle a. S.		37 687
4. Gerstewitz bei Weißenfels a. S. 5. Teuchern	Sächs.-Thüring. Actiengesellsch. für Braunkohlenverwerthung in Halle a. S.	6 256	11 212
6. Aue bei Zeitz 7. Döllnitz bei Halle a. S.	Zeitzer Paraffin- und Solaröl-fabrik, Actiengesellschaft in Halle a. S.	—	—
8. Köpsen bei Weißenfels a. S.	Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-Actiengesellsch. in Weißenfels a. S.	6 088	7 564
9. Waldau bei Osterfeld	Waldauer Braunkohlenindustrie-Actiengesellschaft in Waldau	1 181	2 178
10. Trebnitz bei Teuchern	Heinrich Otto Schmidt in Zeitz		
11. Nachterstedt	Gewerkschaft Concordia in Nachterstedt	—	—
12. Rattmannsdorf bei Halle a. S.	Dörstewitz-Rattmannsdorfer Braunkohlenindustrie-Gesellsch. in Halle a. S.	—	—
13. Ober-Röblingen a. See	Bunge & Corte in Halle a. S.	—	—
14. Wildschütz (Kreis Weißenfels a. S.)	H. Carlson in Wildschütz . . .	—	—
15. Halle a. S.	Billing, Damm & Comp. in Halle a. S.	—	—
16. Nietleben bei Halle a. S.	Bruckdorf-Nietlebener Bergbauverein in Halle a. S.	—	—
	Summa		58 641

n den Jahren:

1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
ilogramme								
37 435	35 899	33 178	40 866	33 300	35 270	41 872	39 685	49 961
13 661	11 488	10 314	11 364	8717	9 944	9 563	9 818	11 159
—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 932	5 949	6 229	6 896	5 982	6 027	7 406	8 885	10 386
3 547	3 410	2 816	3 810	3 524	3 399	3 617	4 613	5 100
—	—	57	274	53	17	56	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
61 575	56 746	52 594	63 210	51 576	54 657	62 514	63 001	76 610

VIII. Production und Absatz an Syndicatsölen[1]). der gesammten Industrie in den Jahren:

	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
1. Die Production, Hektokilogramme	246 238	245 211	242 171	242 100	247 991	284 106	292 775	292 399
2. „ „ Procente des verarbeiteten Theeres	43,0	43,3	44,9	44,6	46,8	47,6	47,7	47,5
3. Der Absatz, Hektokilogramme	151 934	240 296	268 707	310 851	245 438	229 755	233 796	242 846
4. „ „ nach dem Werthe, Mark	1 447 383	2 272 213	2 644 975	3 145 481	2 891 709	2 797 429	2 605 872	2 360 767

IX. Gesammter Waarenversandt der Fabriken nach dem Werthe in den Jahren:

1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893
Mark									
13 444 262	13 182 535	11 605 671	10 511 085	11 834 755	11 924 988	13 082 766	13 029 745	13 009 042	12 248 224

X. Geldwerth der von den Fabriken in die Industrie aufgenommenen Chemikalien und Materialien in den Jahren:

	1888	1889	1890	1891	1892	1893
	Mark					
I. In Summa	2 161 676	1 790 921	1 940 840	2 394 099	2 544 036	3 223 700
II. Auf 1 hkg verarbeiteten Theer berechnet	3,88	3,29	3,51	3,86	4,01	5,11

[1]) Als solche gelten alle Oele mit einem höheren spec. Gewicht als 0,850 und seit 1893 wird auch das Solaröl durch das Syndicat verkauft.

XI. Die von den Firmen der sächs.-thüring. Mineralöl-Industrie für Krankencassen ꝛc. und für Löhne gezahlten Beträge in den Jahren:

	1888	1889	1890	1891	1892	1893
I. Die für Krankencassen und für Zweck der Arbeiterwohlfahrt in Folge der socialpolitischen Gesetzgebung und darüber hinaus gezahlten Beträge . .	218 949	239 739	260 772	332 259	350 376	357 150
II. Gezahlte Löhne		5 695 832	6 729 657	7 203 616	7 373 856	7 441 418

XII. Betriebsmittel der Firmen der sächs.-thüring. Mineralöl-Industrie im Jahre 1893.

Dampfkessel	Dampfmaschinen	Naßpressen [1])	Briketpressen [1])	Schweelcylinder [1])				Arbeiter [2])	
				6′	5′	4′	Summa	Zahl	Angehörige
352	733	29	51	372	707	142	1221	8166	23 126

[1]) Im deutschen Braunkohlenindustrie-Verein, dem auch die Firmen der sächs.-thüring. Mineralölindustrie angehören, sind 54 Naßpressen, 145 Briketpressen und 1363 Schweelcylinder im Betriebe.

[2]) In den Mineralöl-, Paraffin- und Kerzenfabriken sind 1393 mit 3579 Angehörigen, in sämmtlichen Schweelereien 983 mit 2938 Angehörigen und die übrigen in den dazu gehörigen Bergwerksbetrieben beschäftigt.

Am Schlusse einer Schrift, die die technische und wirthschaftliche Entwickelung einer Industrie geschildert hat, die sichere Gewähr für wirthschaftliches Fortschreiten wiederholt in technischen Fortschritten gesucht und gefunden hat, kann die Möglichkeit weiterer technischer Verbesserungen wohl kurz erwogen werden. Es scheint, daß der Schweelproceß in dieser Richtung noch die meisten Aussichten bietet. Sei es in einer Verwerthung der Theerwässer, sei es in einer rationelleren Ausnutzung der Schweelgase, als ihre Verwendung zum Heizen der Schweelöfen sie darstellt, sei es, daß es gelingt, den Schweelproceß so umzugestalten, daß der Bitumengehalt der Kohle in schonenderer Weise, als es bisher möglich schien, in Theer übergeführt werde — in dieser Richtung liegen wohl zunächst die Ziele und Aufgaben der technischen Arbeit.

Sachregister.

A.

Abblasen des Paraffins 169, 180.
Abfallschwefelsäure 147, 148.
Abfallstearin 267.
Ablaßvorrichtung 102, 106.
Ablauföl 161, 176, 181.
Absaugevorrichtung 65, 103, 169, 170.
Abteufen 16.
Accumulator 163.
Acetylen 215.
Aethylalkohol 167, 205.
Aethylen 215, 302.
Aethylviolett 234.
Aetzbaryt 141, 221.
Aetznatron, siehe Natronlauge.
— seine Regeneration 151.
— seine Untersuchung 210.
Albatit 5.
Aldehyd 215, 216, 222.
Alkannin 234.
Alkylsulfid 224.
Altarerze 230, 235, 256.
Alters- und Invaliditätsversicherung 354.
Amine 216, 222.
Ammoniak 114, 216, 222.
— im Gas 304.
— im Schweelwasser 93, 94.
— schwefelsaures 149.
Amylacetatlampe, siehe Hefnerlicht.
Amylalkohol 166, 205.
Amylen 194, 302.
Anacardiumschale 233.
Analyse, des bituminösen Rohstoffes 31.
— des Kerzenmaterials und der Kerze 278.
— der Oele, siehe Laboratoriumsarbeit.
— des Oelgases 300.
Analyse, des Paraffins 194, 217, 218.
— des Theeres 86.
Angießen, der Kerzen 243.
Anilingelb 234.
Anthracen 192, 317.
Appreturmittel 195.
Aräometer 199.
Aräo-Pyknometer 200.
Arbeiter 197, 268, 271, 353, 369.
Asphalt, bituminöser; seine Entstehung 30.
— — Zusammensetzung 31.
— aus Braunkohlentheer 116, 147, 191.
Asphaltpflaster 192.
Asphaltstein 31.
Astralkerze 238.
Auerbrenner 305.
Augenentzündung 198.
Ausbeute der Schweeltheere 211.
Ausdehnungscoefficient 206.
Ausfrierapparat 178.
Ausschwitzverfahren 162, 179.
Azofarbstoffe 234.

B.

Barrel 183.
Bassinwagen 184, 355.
Batterieofen 38.
Behälter für Oel 182.
Behälter für Paraffin 241.
Behandlung, chemische, siehe Mischproceß.
Beleuchtung der Eisenbahnwagen 305.
Benzin 115, 162, 169, 184.
Benzol 215, 219, 225, 302, 317.
Bergfett 2.
Berggesetz 352.
Bergöl 1.
Berufsgenossenschaft 354.

Betrieb, siehe Schweelofen, Destillation ꝛc.
Betriebsmittel 369.
Bitumen 18, 34, 35, 106, 156, 195, 216.
Blätterkohle 4, 8.
Blase, siehe Destillation.
Blasenkoks 112, 116, 118, 122, 127.
Blauöl 197, 299.
Blei, chromsaures 233.
Bleichen 143, 167, 180.
Bleiverbrauch 143.
Blicklichtsapparat 310.
Blutlaugensalzrückstände 170.
Bogheadkohle 4, 5, 8, 26.
Brand der Kerze 233, 272.
Braunkohle 13.
— Entstehung 14.
Braunkohlenindustrieverein 353.
Braunkohlentheer, siehe Theer.
Braunkohlentheeröl, leichtes, siehe Benzin.
Brechungsexponent 190, 206.
Breckenridge coal 5.
Brenner, für Oelgas 304.
— für Solaröl 186.
Brillantgrün 233, 234.
Brillantkerze 228.
Briket, aus Braunkohle 22, 351.
— aus Steinkohle 192.
Briketpressen 369.
Buchenholztheer 1.
Burning oil 123, 145, 196.

C.

Calorimeter 316.
Canalkerze 244, 255.
Carmin 234.
Carton, Herstellung 267.
Cartonpresse 267.
Cedriret 1.
Centrifuge 158.
Ceresin 170, 227.
Ceresinkerze 230, 244.
Chemie des Braunkohlentheeres 214.
Chemikalien, siehe Mischproceß.
Chemikalien, Geldwerth der aufgenommenen 368.
Chinolin 216, 223.
Chinolinfarbstoffe 234.
Chinolingelb 234.
Chlor 167.
Chlorophyll 234.
Christbaumkerze 226, 228, 232.
Christbaumkerzen-Typen 238.
Chrysen 215, 219.
Cocusnußstearin 230.
Collidin 216, 223.
Colorimeter 203, 210.
Compositionskerze 228, 230, 231, 275.
Compositionskerzen-Typen 239.
Compositkerze 230.
Compression des Oelgases 302, 306, 311, 342.
Condensation, im Schweelbetrieb 64, 77.
Condensatoren 334.
Constitutionswasser der Braunkohle 21.
Conus des Schweelcylinders 53.
— sein Verschluß 55.
Cracken 129.
Crude oil 118.
Cumaron 219.
Curcuma 234.

D.

Dachpappe 192.
Dampfdestillation 109, 147.
Dampfkessel, Statistik 369.
Dampfmaschinen, Statistik 369.
Dampftheer 71.
Deckgebirge 14, 15.
Decosan 215, 217.
Denaturiren von Spiritus 192.
Desinfectionsmittel 97, 189, 191.
Desinfectionskerze 235.
Destillation, continuirliche 115.
— des Oels in der sächs.-thüring. Industrie 113.
— des Oels in der schottischen Industrie 122.
— des Oels in der Messeler Industrie 127.
— des Theeres in der sächs.-thüring. Industrie 99.
— des Theeres in der schottischen Industrie 118.
— des Theeres in der Messeler Industrie 127.
— des Torftheeres 128.
— trockene, siehe Schweelverfahren, Schweelapparate und Schweelofen.
— im Vacuum 102, 105.
Destillationsanlage 108.
Destillationsapparate 99, 118, 127.
— deren Material 110.

Destillationsaufsatz 113.
Destillationsbetrieb 104, 118, 127.
Destillationsergebniß von bituminösen Braunkohlen 23.
— — — Schiefern 25.
— — Paraffin 194.
Destillationsschema 119, 120, 121, 125, 126, 128.
Destillationszuschlag 104, 114, 118, 127.
Dialyse 156.
Diamantorange 234.
Dinsmore-Proceß 298.
Dividende 357.
Docht 227, 230, 281.
— seine Präparation 231.
— — Centrirung 254.
Dochtknäuel 251.
Dochtmagazin 251.
Dochtspule 251.
Dochtwickelmaschine 232.
Druckdestillat, seine chemische Untersuchung 225.
Druckdestillation 82, 129.

E.

Echtgelb 234.
Eicosan 215, 217.
Eicosylen 218.
Eisenbahnwagen, dessen Beleuchtung 305.
Eisenbahnverwaltung, deren Bedingungen über Gasausbeute 286.
Eismaschine 156, 177.
Elaïn 166.
Elektrischer Strom, seine Einwirkung auf Theer und Oele 190.
Entfärben des Paraffins 170, 180.
Entfärbungsmittel 170.
Entfärbungspulver 210.
Entflammungspunkt, Apparat von Abel 203.
— — — Pensky 203.
Entwerthung der Kohle durch Luft und Licht 20.
Eosine 234.
Erdwachs, siehe Ozokerit.
Erstarrungspunkt 204, 229, 278.
Etiketten 267.
Eupion 1, 2.
Exhaustor 65, 334.
Exportgewerbe 232.
Extraction, Apparate 173.

F.

Façon der Kerzen, siehe Kerzentypen.
Farbe, der Oele 203.
Farbstoffe, zum Färben der Kerzen 232, 233, 278, 281.
— natürliche 234.
Farbröthe 232.
Faß 183.
Faßzwickel 184.
Fettöl 117, 128, 143, 189, 197.
Feuerkohle, Abbau 15.
— Eigenschaften 18.
— Entstehung 14.
— Verwendung 22.
— Vorkommen 13.
— Zusammensetzung 21.
Feuerung, bei Schweelöfen 37, 38, 45, 62.
— mit Schweelgas 63.
Feuerzüge, des Schweelcylinders 53.
Filter, von Young für Paraffin 180.
— für Oel 183.
Filterplatte 159.
Filterpresse, für Paraffin 171.
— — Paraffinmasse 158, 177.
Filtertuch 160.
Firmen der sächs.-thüring. Industrie 357 u. f.
Flammenhöhe, Messung 276.
Fluorescenz, Entfernung 143.
Flavanilin 234.
Förderthurm 17, 65.
Förderung der Kohle 16, 17.
Förderwagen 17.
Forsunka 148, 188, 191.
Fräsen, der Kerzen 262.
Füllung, der Oelfässer 183.
Füllvorrichtung, selbstthätige 183.
Fußbodenbelag 266.

G.

Gas, bei der Destillation des Braunkohlentheeres 112.
— — — — der Schieferöle 124.
Gasöl 117, 123, 127, 188, 283, 286, 287, 289.
— normales 285.
Gasolin 123.
Gasprüfer, von Erdmann 316.
Gefahrenclasse 198.
Gelböl 142, 187.

Geschichte, der Kerzenfabrik 226.
— des Oelgases 282.
— der Schweeltheerindustrie 1.
Gesetzgebung, socialpolitische 353.
Glanzpapier 196.
Glaubersalz 149.
Goldorange 234.
Goudron 116, 147, 191.
Green oil 145, 197.
Grün, Schweinfurter 233.
Grünöl, siehe Green oil.
Grünspan 233.
Grudekoks, siehe Koks.
Grundcapital der Actiengesellsch. d. sächs.-thüring. Industrie 357.
Guajacol 215, 221.
Gummi Gutti 234.

H.

Hartparaffinmasse, siehe Paraffinmasse.
Harz, amerikanisches 282.
Heavy oil 122, 145.
Hefnerlicht 204, 276.
Heizwerth der Braunkohle 21, 188.
— des Gases 304.
— — Paraffinöls 188.
Heneicosan 215, 217.
Heptacosan 215, 217.
Heptadecan 215, 217.
Heptan 194, 215, 217, 225.
Hexan 194, 217, 225.
Hitzegrade der Oelgasretorte 295.
Hohldocht 240.
Holzcement 192.
Holzgefäße für Paraffin 242.
Hülse 157, 158.
Hydrocarbon 302.
Hydrocarbür 4.

J.

Imprägnation 148, 189, 190.
Inden 219.
Indiengelb 234.
Intermediate 124, 145, 197.
Jodadditionsmethode 206, 218, 278.
Isolator 190, 195.

K.

Kältebeständigkeit 201.
Kamphinlampe 184.
Kautschuk 196.
Kerze, analytische Untersuchung 279.
— gezogene 243.
Kerzen-Brocken 265.
Kerzenfabrik 226.
— Betrieb 241.
— Regeneration der Abfälle daraus 265.
— wirthschaftliche Bedeutung 280.
Kerzenform 245.
Kerzengießmaschine 247 u. f.
Kerzenguß 245.
Kerzenmaterial 228.
— Untersuchung 278.
— Vorbereitung 241.
Kerzenkarton 267.
Kerzenkasten 267.
Kerzenkiste 269.
Kerzenpackerei 267.
Kerzenpacket 267.
Kerzenproduction 367.
Kerzensorten, Vergleich verschiedener 272 u. f.
Kerzentypen 235.
Kesselspeisewasser, Reinigung 153.
Kesselstein 189.
Ketone 215, 216, 222.
Kieselsäure 170, 180.
Klemmer 252.
Knäuel, siehe Dochtknäuel.
Knetmaschine 179.
Kohlenförderung, Braunkohlen 359.
— Steinkohlen 359.
Kohlensäure 147, 152.
Kohlenstoff 317.
Kohlenwasserstoffe, der Benzolreihe 215, 219, 317.
— gesättigte der Fettreihe 214, 217, 294, 317.
— in Natronsalz lösliche 216, 220.
— ungesättigte der Fettreihe 206, 215, 216, 218, 298, 317.
Koks, von der Schweelkohle (Grudekoks) 94, 351.
— Ablöschen 67.
— Eigenschaften 94.
— Verkauf 361.
— Verwendung 95, 96, 170.
— Werthbestimmung 96.
— von dem bituminösen Schiefer 97.
— vom Torf 97.
— — — Ablöschen 84.
— von der Theer- und Oeldestillation, siehe Blasenkoks.

Kosten, der Kerzenfabrikation 280.
— des Oelgases 344, 347.
Krankencasse, Beiträge 369.
Krankenversicherung 353.
Krapproth 232.
Kreosol 215, 222.
Kresol; Meta-, Para-, Ortho- 215, 221.
Kreosot 139, 148, 190, 198, 289.
— Bestimmung 200.
Kreosotnatron 139, 147, 151, 190.
— seine Destillation 152.
Kreosotöl 147, 152, 189.
Krystallisation der Paraffinmassen in der sächs.-thüring. Industrie 156.
— — — — — — schottischen Industrie 176.
— — — — — — Messeler Industrie 181.
Kühlapparat 177, 181.
— von Beilby 178.
Kühlschiff 169.
Kühlung, bei der Destillation 101, 113, 118, 127.
— beim Kerzenguß 253.
— der Paraffinmassen 156, 176, 181.
— beim Schweelereibetrieb 64.
Kupfer, als Material der Behälter 242.
— palmitinsaures 233.
— schwefelsaures 151.
— stearinsaures 233.

L.

Laboratoriumsarbeit 199.
Lack 191.
Lampe, für Oelgas 305, 307, 309.
— — Solaröl 185.
Leim 183.
Leimen der Fässer 184.
Leuchtbojen 283, 308.
Leuchter 279.
Leuchtkraft, der Kerzen 272, 275.
— des Oelgases, Bestimmung 316.
— — — Abnahme durch Compression 302.
— des Solaröls 186.
Leuchtöl, siehe Solaröl und Burning oil.
Leuchtschiff 310.
Leuchtthurm 310.
Leuchtthurmöl 123, 197.
Leuchtwerth der Kerzen 275.
— des Solaröls 186.
— — — Bestimmung 204.
Lichtbedürfniß 226.
Lichte, siehe Kerzen, Paraffin-, Stearin-, Wachs-, Walrathkerze.
Lichtspieß 243.
Light oil 122, 144.
Löhne 280, 369.
Lubricating oil 124, 145, 197.
Luftpumpe, beim Mischproceß 136.
Luftsauger, siehe Absaugevorrichtung.
Lutidin 216, 223.
Luxuskerze 235.

M.

Magenkatarrh 198.
Manschette, an Kerzengießmaschinen 252.
Mantelstein des Schweelcylinders 51.
— ihr Material 59.
Marineöl 123, 197.
Martiusgelb 234.
Material, Aufnahme von Materialien 368.
— Verbrauch der Kerze 275.
Melanykerze 230.
Mennige 232.
Mercaptan 216, 224.
Mesitylen 215, 219, 225.
Metallsalz 149, 150.
Methylanthracen 317.
Methylgrün 234.
Methylviolett 234.
Mineralfarben 232.
Mischhaus 134.
Mischproceß, in der sächs.-thüring. Industrie 131.
— — — schottischen Industrie 143.
— — — Messeler Industrie 145.
— Apparate dazu 131, 144, 145.
Mittelöl, siehe Intermediate.
Motor 187, 312.

N.

Naphta 122, 123, 127, 144, 180.
Naphtalin 185, 215, 219, 317.
Naphtene 219.
Naßpressen 369.
Naßpreßsteine 22.
Natronlauge, Anwendung 139, 290.
— Einwirkung auf die Theerproducte 139.
— Herstellung aus Aetznatron 137.
Naturellkerze 228.
Naturgummi 183.

Nickel, Gefäße daraus 242.
Nitrofarbstoffe 234.
Nitronaphtalin 143.
Nonadecan 215, 217.
Nonan 215, 217, 225.
Normalkerze 204, 226, 277.
Nuthensteine des Schweelcylinders 51.
— — — ihr Material 59.
Nutschapparat 158.

O.

Octadecan 215, 217.
Oel, leichtes, siehe Light oil.
Oelbehälter 182.
Oele, Production und Absatz an Syndicatsölen 368.
Oelgas, Anwendung 304.
— Bereitung 293.
— Bestandtheile 297, 300.
— Geschichte 282.
— Material dazu 283.
Oelgasanstalt 311.
— deren Betrieb 336.
— Betriebsvorschriften 340.
Oelgasbeleuchtung 282.
Oelgaserzeugungsapparat von Laing 333.
Oelgasretorte 318.
— ihre Reinigung 337, 341.
Oelgasretortenofen von Hirzel 319, 322.
— — Keith 329.
— — Patterson 329.
— — Pintsch 319, 325.
— — Pope 330.
— — Schumann und Küchler 319, 328.
— — Suckow 284, 327.
— — Wagner 327.
— — Young, siehe Peebles-Oelgasproceß.
Oelgastheer 316.
Oelgoudron 192.
Oelsäure 230, 278.
Oleorefractometer 306.
Oxydation, der Braunkohle 20.
— des Oels 189, 224.
— — Paraffins 170, 193, 218.
Oxy-Oelgas 315.
Ozokerit 2.
Ozon 167, 190.

P.

Papierkohle 24.
Paprica 234.
Paraffin, Bestimmung 205
— Entdeckung 1.
— Fabrikation in der sächs.-thüring. Industrie 155.
— — — — schottischen Industrie 176.
— — die Oele davon 117.
— das fertige 208.
— Verwendung 195.
Paraffinkerzen 227, 228, 231, 233, 273, 354.
— glatte, -Typen 235.
— gereifte und gewundene, -Typen 237.
— -Gießmaschine 250 u. f.
Paraffinkrätze 197.
Paraffinkrebs 197.
Paraffinmasse, harte, in der sächs.-thüring. Industrie 112, 142.
— — — — schottischen Industrie 122, 145.
— — — — Messeler Industrie 127, 146.
— — deren Verarbeitung 156, 176, 181.
— weiche (Secunda, Solar, Tertia) in der sächs.-thüring. Industrie 114, 116, 117.
— — — — — — — — schottischen Industrie 123, 124.
— — — — — — — — Messeler Industrie 128.
— — deren Verarbeitung 161, 177, 181.
Paraffinöl, helles 116, 142, 187.
— schweres 117, 189.
— siehe auch Gasöl.
Paraffinproduction 365.
Paraffinschuppen 157, 178, 181, 195.
— Untersuchung und Bewerthung 206.
Parfümiren, der Kerze 235.
Park, Kerzenpark 246.
Parvolin 216, 223.
Peebles-Oelgasproceß 298, 301, 303.
— Apparate dazu 345.
Pentan 194.
Petroleum 183, 187, 283.
— deutsches, siehe Solaröl.
Petroleumindustrie, ihre Entstehung in Amerika 5.
Petrolin 2.
Phenol 215, 220.
Photogen, siehe Benzin.
Photogensäureöl 148, 222.
Photometrie 316.
Phtaleïne 234.
Picen 215, 219.

Picolin 216, 223.
Pikrinsäure 234.
Piston 250.
Poliren der Kerzen 263.
Posidonienschiefer 22, 24.
Presse, hydraulische 160, 163.
— liegende 163.
— stehende 160.
Pressereianlage 167.
Pressereiarbeit, in der sächs.-thüring. Industrie 158.
— — — schottischen Industrie 178.
— — — Messeler Industrie 181.
Preßöl, in der sächs.-thüring. Industrie 117, 142, 161, 167.
— — — schottischen Industrie 124, 145, 178.
— — — Messeler Industrie 128, 146, 181.
Pseudocumol 215, 219, 225.
Putzöl 128, 142, 187.
Pyknometer 200.
Pyridin 216, 223.
Pyridinbasen 216, 222.
— Fabrikation 146.
— Verwendung 192.
Pyropissit 14, 17, 18, 19.

R.

Rangoontheer 2.
Rauchgase 147.
Recipient, für comprimirtes Oelgas 306.
Regulator, für Oelgas 306.
Reiniger, für Oelgas 335.
Reinigung, des Oelgases 304.
— der Paraffinschuppen in der sächs.-thüring. Industrie 161.
— — — — — schottischen Industrie 178.
— — — — — Messeler Industrie 181.
Renaissance-Kerze 238.
Reservoir, siehe Oelbehälter.
Rhodamine 234.
Rohöl, leichtes 112, 141.
— seine Destillation 113.
— schweres 116.
Rohparaffinmasse, siehe Paraffinmasse.
Rohphotogen, leichtes 115, 116, 141.
— II. 116.
Rohrleitung, für Oelgas 343.
Rose bengale 234.
Rothes, rothe Producte 112.
Rothöl 187.
Rothparaffinmasse 122.
Ruß 187, 189, 315.

S.

Säuern, siehe Mischproceß.
Säureharze 139, 147.
Säureviolett 234.
Saloneiskerze 228.
Salpetersäure, aus Abfallsäure 150.
Salzsäure, aus Abfallsäure 150.
Sammelrohrkopf 342.
Schacht 17.
Schachtofen, siehe Schweelapparate, stehende.
Schema der Destillation in der sächs.-thüring. Industrie 119, 120, 121.
— — — — — schottischen Industrie 125, 126.
— — — — — Messeler Industrie 128.
Schiefer, bituminöser; Entstehung 22.
— — Vorkommen und Zusammensetzung 24, 26, 27.
Schieferöl, siehe Crude oil, Burning oil etc., auch Gasöl.
Schieferthon 26.
Schmelzpunkt des Paraffins 193, 229, 278.
— einer Mischung von Paraffin und Stearin 229.
Schmelzpunktsbestimmung, Methoden 208, 279.
Schmierfähigkeit 203.
Schmieröl 5, 123, 128, 145, 146, 189.
Schneuzen der Kerze 227.
Schweelanalyse 31.
Schweelanlage 65.
Schweelapparate, liegende 35.
— mit continuirlichem Betriebe 40, 41.
— rotirende 41, 42.
— stehende 44, 45, 46, 47.
Schweelboden 65.
Schweelcylinder, siehe Schweelofen der sächs.-thüring. Industrie.
Schweelgas, in der sächs.-thüring. Industrie 89.
— — — schottischen Industrie 91.
— — — Messeler Industrie 92.
— vom Torf 92.
Schweelglocke 49.
— von Fr. Aug. Schulz 58.
Schweelhaus, Einrichtung 63.
Schweelkohle, Abbau 15.

Schweelkohle, Eigenschaften 17.
— Entstehung 14.
— Vorkommen 13.
— Zusammensetzung 18.
Schweelofen, stehender, der sächs.-thüring. Industrie 47, 369.
— — Betrieb 69.
— — Betriebsergebniß 70.
— — Reinigung 68.
— — der Schieferindustrie in Frankreich 77.
— — — — — Messel 80.
— — — — — Schottland 73.
— — — — — Württemberg 71.
— — der Torfindustrie 81.
Schweelproducte 85.
Schweelretorte, siehe Schweelapparat und Schweelofen.
Schweeltheer, siehe Theer.
Schweelverfahren 34.
— von Ramdohr 70.
— — Williams 82.
Schweelwasser, in der sächs.-thüring. Industrie 92.
— — — schottischen Industrie 93.
— — — Messeler Industrie 93.
— vom Torf 94.
Schwefel, im Gas 290.
— — Oel 224, 290.
— Bestimmung 204, 291.
Schwefelholzfabrikation 195.
Schwefelkies 14, 223.
Schwefelkohlenstoff 166, 216, 223.
Schwefelsäure, Anwendung 138, 161, 290.
— Einwirkung auf Theerproducte 138.
— Regeneration 148.
— Reinheit 143, 210.
Schwefelwasserstoff 216, 223, 304.
— Herstellung 196.
Schweflige Säure 151, 153.
Seetransport der Kerzen 269.
Seeweg, Beleuchtung mit Oelgas 308.
Seidenblau 234.
Self-fitting-Kerze 238.
Sicherheitsvorrichtung für liegende Pressen 164.
Sicherheitsventil 100, 160.
Siedeanalyse, der Oele 184, 185, 187, 188, 286, 316.
— — Theere 85 u. f.
— Bestimmung 200.
Soda 143, 153.
Soda, kaustische, siehe Aetznatron.
Sodafabriken, englische 358.
Solaröl 116, 142, 185.
— I. 116.
Sparkerze 240.
Specifisches Gewicht, der Oele 184 u. f., 286, 287.
— des Oelgases 303.
— — Paraffins 193.
— der Theere 85 u. f.
— Bestimmung 199.
Spielwaarenfabrikation 196.
Spindelöl 128, 197.
Spritblau 234.
Spule 232.
Spundbohrer 184.
Statistik 349.
Stearin 228, 278, 281.
— Bestimmung 278.
Stearinkerzen 227, 230, 231, 273.
— -Typen 240.
Stearinsäure 230.
Steinkohlengas 282, 291.
— Carburation 283, 313.
Steinkohlentheer 4.
Stille Entladung 190.
Stutzen der Kerzen 259, 260.
Sulfoketone 224.

T.

Tagebau 16.
Talg 230.
Talgkerze 227, 230.
— plattirte 230.
Tarif 201, 353.
Tatham-Proceß 315.
Temperatur, bei der Oelgasbereitung 294, 299.
— beim Schweelproceß 35, 70.
Terpene 219.
Tetracosan 215, 217.
Textilgewerbe 353.
Theer, Schweeltheer, der sächs.-thüring. Industrie 85, 140, 214.
— — — schottischen Industrie 87, 144, 213.
— — — Messeler Industrie 87, 145, 214.
— — vom Torf 87, 213.
— — von bituminöser Kohle aus Australien 211.
— — von bituminösem Schiefer aus Australien 212.

Theer, Schweeltheer, von der Feuerkohle 214.
Theeraufarbeitung 363.
Theerdeſtillation, ſiehe Deſtillation.
Theerfarbſtoffe 4, 233.
Theerproduction 360.
Theerſäuren 192, 220.
Thermo-Aräometer 200.
Thiazolgelb 234.
Thierkohle 170, 180.
Thiophen 216, 223.
Thon 170, 180.
Thontopf 242.
Toluol 215, 219, 302, 317.
Torf, Entſtehung 28.
— Zuſammenſetzung 29.
Torftheer, ſiehe Theer.
Transport, von Chemikalien 137.
— — Oel 184.
Tricoſan 215, 217.
Triphenylmethanfarbſtoffe 234.
Trocknung, der Schweelkohle 65, 69.
— des bituminöſen Schiefers 80.
— des Entfärbungspulvers 170.
Tropäoline 234.
Tropfenfänger 280.
Tubbings 16.
Tumenolſulfon 224.
Tumenolſulfoſäure 224.
Turfol 128.

U.

Uhrleuchter 280.
Ultramarin 233.
Unfallverſicherung 198, 354.
Unterſuchung, der Hülfsmittel 210.
— des Paraffins 206.
Unterſuchungsmethoden des Mineralöls 199.

V.

Vacuumdeſtillation, ſiehe Deſtillation im Vacuum.
Vacuummeter 104.
Vergaſungswerth 286 u. f.
— Einfluß der Temperatur darauf 295.
— ihn zu verbeſſern 289.
Verkaufsproducte, in der ſächſ.-thüring. Induſtrie 182.
— — — ſchottiſchen Induſtrie 196.
— — — Meſſeler Induſtrie 197.
Verkaufsſyndicat für Paraffinöle in Halle a. S. 284, 353, 358.
Verſand, Behandlung der Oele vor dem Verſand in der ſächſ.-thüring. Induſtrie 142, 183.
— Behandlung der Oele vor dem Verſand in der ſchottiſchen Induſtrie 145, 196.
— von Paraffin 195.
Verſuchsgasanſtalt 284.
Victoriablau 234.
Victoriagrün 234.
Viscoſimeter, von Engler 201.
— — Redwood 201.
Viscoſität 201.
Vorlage, am Deſtillationsapparat 103, 113.
— am Oelgasofen 333.
Vorlaugen 141.
Vorſäuern 141.

W.

Waarenverſand 368.
Wachs, Bienenwachs 226, 230.
— künſtliches, ſiehe Ceresin.
Wachskerzen 227, 243.
Wachskerzenpreſſe 244.
Wachsſtock 244.
Wärme, ſpecifiſche 190, 193.
Wärmeleiter 190.
Wäſcher 334.
Wage, Weſtphal'ſche 200.
— Mohr'ſche 200.
Wagenfett 188, 189.
Wagenkerze 235.
Walkererde 180.
Walrath 227, 230.
Walrathkerze 231, 279.
Waſchparaffin 196.
Waſſergas 283, 315, 348.
Waſſerglas 143.
Waſſerſtoff 298.
Weltausſtellung, in Chicago 354.
— in Wien 351.
Wemyskohle 4, 8.
Wringmaſchine 232.

X.

Xylol; Ortho-, Meta-, Para- 215, 219.

Z.

Zeichnen der Kerze 264.
Zerstäuber, siehe Forsunka.
Ziehbank 158.
Zieheisen 244.
Ziehen der Kerze 243.
Zink 242.
— chromsaures 233.
Zinkstaub 154.
Zinn 242.
Zinnober 232.
Zoll, Eingangszoll 353.
Zuckerfabrikation 159, 188, 195, 353.

Perſonenregiſter.

A.

Abel 203.
Adler 219.
Albrecht 193.
Alcan 166.
Alfreton 6.
Amagat 206.
Anſchütz 155.
Armſtrong 291, 302.
Attfield 31.
Atwood 5, 8.
Auer 305.

B.

Bär 186.
Backwell 42.
Barthel 319.
Baurmeiſter 10.
Bauſchlicher 150.
Beckitt 207.
Behrend 300.
Beilby 77, 87, 124, 178.
Bell 299, 345.
Bellford 44.
Benedikt 278, 279.
Berzelius 200.
Beyerlein 184.
Billing, Damm u. Comp. 357 u. f.
Binet 247.
Biſchof 17.
Bismarck 353.
Böckmann 134, 199 u. f.
Böhm 205.
Bolley 23, 25, 193, 288.
Boltze 19.
Botley 320.
Boucherie 78.
Bourdon 207.
Bowditch 140.
v. Boyen 139, 143, 205, 220, 221, 222.
Brink und Hübner 159, 163.
Brown 70.
Brown 288, 314, 344.
Brückner 18, 19.
Brunton 6.
Buchner 1, 186.
Bunge und Corte 357 u. f.
Bunſen 200, 276, 285.
Bunte 89, 91, 273, 296, 300, 302.
Burg 64, 219, 220, 317.
Büttner 174, 272.

C.

Cahouet 247.
Cahours 3.
Cambracères 231.
Carius 204, 291.
Carlſon, H. 357 u. f.
Cazet 184.
Champeaux 80.
Champion 218.
Chevreul 227.
Chriſtiſon 2.
Clauß 90.
Conrad 19.
Coleman 92.
Couper-Rae 77.

D.

Dalican 278.
Deſſner 22.
Dehne, A. L. G. 153, 159.
Dehne, Fr. 199.
Dennis 300.
Dewar 130.
Dietz 269.
Dinsmore 298.
Döbner 223.
Dorn 22, 24, 72.
Dougan 41.
Douglas 9.
Downer 5.
Drehſchmidt 291.
Duboscq 206.
Dumas 2, 3.
Dumble 23.
Dworkowitſch 298, 317, 318.

E.

Eichhorn 200.
Engler 30, 31, 102, 130, 185, 186, 187, 199, 200, 201, 203, 205, 225.
Erdmann 316.
Erdmann, H. 223.
Erichſon 270.
Ettling 2.
Eulenberg 197.

F.

Fabricius 9.
Falke 139.

Faulbaum 140.
Field 180.
Fischer, F. 204.
Fittig 24.
Fleitmann 242.
Follenius 8.
Fordred 179, 180.
Foulis 288, 298, 331.
Fournier 247.
Fresnel 309.
v. Fritsch 17, 18.
Fritzsche 219.
Fuchs 1.

G.

Galabrun 259, 264.
Geitel 278.
Geßner 5, 8.
Gill 151, 153, 218.
Gingembre 41.
Glower 299.
Gmelin 24.
Goddam 282.
Göhler 9.
Goppelsröder 23.
Grätzel 132.
Graham 6.
Gras 78.
Grcenhaugh 331.
Grotowsky 9, 10, 17, 19, 20, 21, 30, 36, 38, 47, 51, 55, 56, 68, 92, 93, 97, 139, 140, 155, 186, 190, 193, 194, 209, 212, 229, 231, 245, 254, 272, 279.
Grouffillier 149, 150.
Gruhl 10.
Gümbel 183.
Günther 9.
Gutzeit 19.

H.

Hähl 274.
Harbordt 24.
Hawliczek 195, 218.
de la Haye 8, 5, 47.
Heer 28.
Hefner-Alteneck 204, 276, 316.
Henderson 73, 75.
Hermann 3, 30, 227.
Herring 315, 345.
Herzer 9.
Heß 3, 81.
Heusler 217, 219.
v. d. Heydt 351.
Hilary 298, 299.
Hirzel 139, 283, 285, 298, 305, 319, 320, 322, 336.
Hoddick und Roethe 136.
Hodges 180.
Höfer 5, 283.
Höland 170, 204, 205, 210.
Hoffmann 197.
Hofmann, A. W. 4.
Holde 203.
How 202.
Hübl 206, 218, 278.
Hübner 10, 35, 64, 131, 133, 140, 194, 283, 319.
Humphrys 124, 288, 298, 302, 303, 315, 329.
Hunt 314.

J.

Jacobi 8, 81, 133.
Jazukowitsch 195.
Jean 206.
Intze 182.
Jürgensen 183.
Junker 316.

K.

Karmarsch 272.
Karsten 17, 19, 272.
Kast 300.
Katzschke 268.
Keith 329.
Kenngott 17.
Keudell 247.
Kletzinsky 162.
Knapp 29, 227.
Knoblauch 282.
Kobell 2.
Köhler 151, 187, 316, 317.
Körting 49, 63, 65, 90, 92, 103, 114, 169, 170, 171.
Kohlmann 272.
Kolbe 20.
Kosmann 21, 23.
Krämer 299.
Krafft 2, 217, 218.
Krey 12, 23, 25, 33, 69, 89, 90, 91, 105, 111, 129, 130, 134, 153, 154, 172, 199, 206, 210, 214, 220, 223, 242, 291, 294, 355.
Krüß 276.
Krug 11, 26, 105, 355.
Küchler 283, 298, 304, 305, 335.
Künkler 203.
Kuhlow 355.

L.

Lacotte 280.
Ladenburg 317.
Lahore 42, 140.
Laing 333.
Lambe 180.
Laudre 78.
Lecomte 344.
Lenggenhager 23.
Lenz 9.
Letchford 178.
Lewes 294, 295, 296, 298, 300, 301, 303, 317, 318, 329, 331, 344.
Lewin 186, 188.
Lewy 2.
Liebau 313.
Liebermann 196, 220, 317.
Liebig 200.
Liebold 183.
Lifting 269.
Livius 226.
Löwig 154.
Lohmann 199.
Losanitsch 25.
Lowe 151, 153.
Lunge 143, 150, 151, 222.

M.

Macadam, J. 91, 287, 288, 289, 297, 302, 303, 317, 329.
Macadam, St. 297.
Mackay 178.
Mackenzie 313.

Mahler 10.
Mansfield 4.
Marazza 231, 239.
Martens 203.
Marx 273.
Mathey 184.
Meusel 218.
Mills 26, 75, 92, 93, 126, 218.
de Milly 227, 231, 257.
Mitscherlich 2.
Mohr 200.
Molon 162.
Morane 232, 247, 257, 259, 262, 264, 265.
Morgan 247.
Motard 259, 274.
Müller, G. 180.
Müller, K. 7, 9.
Müncke 200.
Münzing 274.
Mulder 29.
Murdoch 282.
Muspratt 6, 273.

N.

Nation 179.
Newton, A. V. 72.
Nieß 183.
Noblée 4, 7, 8.

O.

Oberkonz 122.
v. Oechelhäuser 226.
Oppler 5, 35, 42, 44.
Overbeck 274.
Outon 288, 302, 308, 327.

P.

Patterson 301, 329.
Pawlewsky 205.
Pecher 183.
Pelouze 5.
Pensky 203.
Perkin 4.
Perutz 29, 40, 47, 94, 131, 132, 133, 148, 152, 161, 166, 186.
Pinard 80.
Pintsch 283, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 311, 319, 325, 339.
Plinius 226.
Pope 330.
Post 200 u. f.
Pouchet 218.
Prechtl 4.
Preißig 22.
Pryce 296, 300, 301, 314, 317.

Q.

Quenstedt 24.

R.

Ragosin 318.
Ramdohr 11, 70, 71, 110, 152, 171.
Rave 150.
Redwood 130, 201.
Rees Reece 5, 8.
Reichenbach 1, 2, 3, 6, 7, 161, 227.
Reinicke 96, 140, 148, 188, 191.
Richter 20.
Riebeck, Emil 18, 19, 21.
Riebeck, Karl Adolf 11, 12, 64, 115, 228, 314, 349, 351, 353, 355.
Riedig 247.
Riedinger 283.
Riehm 97, 156, 221, 222.
Rither 186.
Rößler 151.
Rolle 11, 47, 50, 51, 63, 155, 319, 351.
Rosenthal 220, 223, 290, 292.
Rouvel 313.
Rückert 227.
Rüdorff 278.
Rudnew 317.
Runge 5.

S.

Salm 1.
Salomons 288.
Salzmann 220.
Sauffure 2.
Savalle 113.
Schädler 26, 28, 29, 199 u. f.
Scheerer 29.
Scheithauer 20, 25, 149, 219, 273, 292.
de Schepper 278.
Scheftopal 153.
Schiele 282.
Schliephacke 10, 11, 21, 33, 51, 59, 62, 70, 89, 155, 164, 170, 174.
Schilling 227, 282, 304, 316, 334, 335.
Schmidt 143.
Schmidt, H. O. 357 u. f.
Schmidt, W. 64.
Schneider 225.
Schönbein 190.
Schorlemmer 218.
Schramm 223.
Schubarth 4.
Schulz 58.
Schulze 11.
Schumann 35.
Schumann, M. 305, 328.
Schuster 186.
Schwarz 10, 18, 19.
Schwarz, E. 150.
Schwarz, R. 319.
Seger 70.
Selligue 3, 6, 8, 25, 47, 227.
Semmler 255.
Seyferth 188.
Siegert 274.
Siemens 45.
Silbermann 280.
Smith 180.
Sommer und Runge 203.
Soltmann 195.
Spiegel 12, 224.
Spilker 299.
Stahl 280.
Stainthorp 247.
Stammer 247.
Stark 150.
Sterry 180.
Steuart 26.
Stiemer 83, 98.
Stolle 355.
Stopponi 30.

Strippelmann 30.
Strooß 282.
Suckow 283, 284, 305, 316, 319, 320, 327, 335.

T.

Taylor 282, 298.
Tervet 179.
Teuchert 19, 21.
Thalwitzer 316.
Thede 20, 23, 25, 196, 212.
Thenius 23, 25, 31.
Thompson, L. 20, 150.
Thompson 203, 206.
Thorne 315.
Thorpe 194.
Tocher 294, 296, 301.
Tuchschmidt 194.

U.

Ujhely 167.
Ullrich 240.
Unger 35, 46, 47.

V.

Vehrigs 170, 189, 222.
Veith 129, 138, 153, 183, 186, 187, 199 u. f., 283, 289.
Viebahn 4, 5.
Voelker 62.
Vogel 192.
Vohl 8, 23, 24, 25, 35, 36, 45, 71, 83, 87, 91, 158, 162.
Voigt, K. 11, 132, 133.
Voigt, R. 184.
Vollert 22, 51, 64, 191, 352.

W.

Wackenroder 17, 18, 19.
Wagenmann 8, 35, 45, 69, 105, 139, 158, 162, 184.
Wagner, Albert 319, 327.
Wagner 2, 78, 130, 178, 184, 193, 230, 233, 244.
Wegelin u. Hübner 159, 171.
Weinstein 194, 209.
Weller 224.
Wernecke 11, 62, 89, 173.
Westphal 200.
Wichelhaus 220.
Wiesmann 4, 8.
Wilke 97.
Williams 81, 82, 129.
Willigk 218.
Winkler 300.
Witte 242.
Wright 291.
Wünschmann 232, 247, 250, 254, 262, 263.

Y.

Young, James 6, 7.
Young 75, 77, 150, 180.
Young, J. 194.
Young 288, 293, 298, 299, 347, 348.
Yuill 299.

Z.

Zängerle 186.
Zahler 143.
Zaloziecki 170, 205, 206.
Ziegler 63, 83.
Zincken 19, 28, 31, 70, 89, 98, 133, 186, 272.

Berichtigung.

Seite 169, Zeile 13 von oben lies 0,75 Mk. statt 0,75 Pfg.

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Gorup-Besanez'
Lehrbuch der Chemie

für den Unterricht auf Universitäten, technischen Lehranstalten und für das Selbststudium.

In drei Bänden. gr. 8. geh.

Erster Band: Anorganische Chemie. Siebente Auflage, neu bearbeitet von Albrecht Rau. Mit zahlreichen eingedruckten Holzstichen und einer farbigen Spectraltafel. Preis 12 ℳ.

Zweiter Band: Organische Chemie. Sechste Auflage, neu bearbeitet von Dr. Hermann Ost, Privatdocent der Chemie an der Universität zu Leipzig. Mit Holzstichen. Preis 12 ℳ.

Dritter Band: Physiologische Chemie. Vierte, vollständig umgearbeitete und verbesserte Auflage. Von Professor Dr. E. F. v. Gorup-Besanez. Mit einer Spectraltafel im Texte und drei Tafeln in Holzstich, den Münchener Respirations-Apparat darstellend. Preis 19 ℳ.

Neues Handwörterbuch der Chemie.

Auf Grundlage des von Liebig, Poggendorff und Wöhler, Kolbe und Fehling herausgegebenen Handwörterbuchs der reinen und angewandten Chemie und unter Mitwirkung von

Baumann, Bunsen, Fittig, Flückiger, Fresenius, Hesse, Kekulé, Kopp, Meyer, Nies, Wichelhaus und anderen Gelehrten

bearbeitet und redigirt von

Dr. Hermann v. Fehling,

weil. Professor der Chemie an der Königlichen Technischen Hochschule in Stuttgart.

Nach dem Tode des Herausgebers fortgesetzt von

Dr. Carl Hell,

Professor der Chemie an der Königl. Technischen Hochschule in Stuttgart.

Mit Holzstichen. gr. 8. geh.

Erschienen ist: Lieferung 1 bis 77 (A bis Spectralanalyse). 1871 — 1895. à Lieferung 2 ℳ. 40 ₰. Preis 184 ℳ. 80 ₰

Gasanalytische Methoden

von **Dr. Walther Hempel,**

Professor an der technischen Hochschule zu Dresden.

Zweite Auflage. Mit 101 eingedruckten Holzstichen. 8. geh. Preis 11 ℳ.

Wirthschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit.

Von **Dr. H. Wichelhaus,**

Geheimer Regierungs-Rath, Professor und Director des technologischen Instituts der Universität zu Berlin.

gr. 8. geh. Preis 60 ₰

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Die Chemie des Pyridins und seiner Derivate.

Unter Benutzung eines Manuscriptes des

Dr. Arthur Calm,

weil. Privatdocent zu Zürich,

herausgegeben

von

Dr. Karl von Buchka,

a. o. Professor an der Universität zu Göttingen.

gr. 8. geh. Preis complet 22 ℳ. 50 ₰

Anleitung

zur

qualitativen chemischen Analyse.

Für Anfänger und Geübtere bearbeitet von

Dr. C. Remigius Fresenius,

Geh. Hofrathe und Professor, Director des chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden.

Mit einem Vorwort von **Justus von Liebig.**

Sechszehnte neu bearbeitete und verbesserte Auflage. Mit Holzstichen und einer farbigen Tafel. gr. 8. Preis geh. 12 ℳ., geb. 14 ℳ.

Anleitung

zur

quantitativen chemischen Analyse.

Für Anfänger und Geübtere bearbeitet von

Dr. C. Remigius Fresenius,

Geh. Hofrathe und Professor, Director des chemischen Laboratoriums zu Wiesbaden.

Sechste neu bearbeitete und verbesserte Auflage.

Zwei Bände. Mit Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 30 ℳ.

Ansichten über die organische Chemie.

Von **Dr. J. H. van 't Hoff.**

gr. 8. geh. Zwei Theile in einem Bande. Preis 16 ℳ. 80 ₰

Lehrbuch der Chemie

nach den neuesten Ansichten der Wissenschaft für den Unterricht an technischen Lehranstalten bearbeitet von

Dr. Max Zaengerle,

Professor am Königlichen Realgymnasium zu München.

Erster Band. **Unorganische Chemie.** Dritte vermehrte Auflage. Mit 152 Holzstichen und 1 Tafel in Farbendruck. gr. 8. geh. Preis 6 ℳ.

Zweiter Band. **Organische Chemie.** Dritte vermehrte Auflage. Mit 31 Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 3 ℳ.

CABOT SCIENCE LIBRARY
CANCELLED
SEP 26 1995
OCT 20 1995

3 2044 030 617 070

3 2044 030 617 070